



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

## ÚSTAV TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV

INSTITUTE OF BUILDING SERVICES

## VYTÁPĚNÍ VÝPRAVNÍ BUDOVY

DESIGN OF HEATING OF STATION BUILDING

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Eliška Panáková

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. LUCIE HORKÁ

BRNO 2020



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

## FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608R001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav technických zařízení budov

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Eliška Panáková
Název	Vytápění výpravní budovy
Vedoucí práce	Ing. Lucie Horká
Datum zadání	30. 11. 2019
Datum odevzdání	22. 5. 2020

V Brně dne 30. 11. 2019

---

prof. Ing. Jiří Hirš, CSc.  
Vedoucí ústavu

---

prof. Ing. Miroslav Bajer, CSc.  
Děkan Fakulty stavební VUT

## **PODKLADY A LITERATURA**

- technické podklady k zadané budově
- aktuální právní předpisy ČR
- české i zahraniční technické normy
- odborná literatura
- internet

## **ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ**

A. Teoretická část – literární rešerše ze zadaného tématu, rozsah 15 až 20 stran

B. Výpočtová část

- analýza objektu – koncepční řešení vytápění a větrání objektu, volba zdroje tepla
- výpočet tepelného výkonu
- návrh otopných ploch, návrh zdroje tepla
- návrh přípravy teplé vody, event. dalších spotřebičů tepla
- dimenzování a hydraulické posouzení potrubí, návrh oběhových čerpadel
- návrh zabezpečovacího zařízení
- návrh výše nespécifikovaných zařízení, jsou – li součástí soustavy
- roční potřeba tepla a paliva

C. Projekt – úroveň prováděcího projektu: půdorysy + legenda, 1:50 (1:100), schéma zapojení otopných těles - / 1:50 (1:100), půdorys (1:25, 1: 20) a schéma zapojení zdroje tepla, technická zpráva

## **STRUKTURA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část závěrečné práce zpracovaná podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (povinná součást závěrečné práce).
2. Přílohy textové části závěrečné práce zpracované podle platné Směrnice VUT "Úprava, odevzdávání, a zveřejňování závěrečných prací" a platné Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání a zveřejňování závěrečných prací na FAST VUT" (nepovinná součást závěrečné práce v případě, že přílohy nejsou součástí textové části závěrečné práce, ale textovou část doplňují).

---

Ing. Lucie Horká  
Vedoucí bakalářské práce

## **ABSTRAKT**

Tématem Bakalářské práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody ve stávajícím objektu výpravní budovy v obci Moravské Bránice. Objekt je dvoupodlažní, podsklepený se sedlovou střechou. Je zde popsáno obecné rozdělení zdrojů tepla, důležité pojmy a principy. Dále je zde řešena problematika výměny stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva za různé alternativy zdrojů tepla. Ve výpočtové části je zpracován kompletní návrh vytápění objektu a návrh přípravy teplé vody. Součástí práce je technická zpráva a výkresová dokumentace.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

vytápění, plynový kondenzační kotel, příprava teplé vody, desková otopná tělesa, zdroje tepla

## **ABSTRACT**

The topic of the bachelor's thesis is the design of heating and hot water preparation of existing station building in the village Moravské Bránice. The building has two floors, a basement with a gabled roof. It describes the general division of heat sources, important concepts and principles. Furthermore, the issue of replacing existing unsuitable solid fuel boilers to various alternatives of heat sources. In the calculation part is elaborated complete design of the building heating and a design of hot water preparation. A technical report and drawing documentation is part of thesis.

## **KEYWORDS**

heating system, gas condensing boiler, hot water preparation, panel radiators, heat sources

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

Eliška Panáková *Vytápění výpravní budovy*. Brno, 2020. 94 s., 90 s. příl. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technických zařízení budov. Vedoucí práce Ing. Lucie Horká

## PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce s názvem *Vytápění výpravní budovy* je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 3. 6. 2020

---

Eliška Panáková  
autor práce

## PROHLÁŠENÍ O PŮVODNOSTI ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem *Vytápění výpravní budovy* zpracoval(a) samostatně a že jsem uvedl(a) všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 3. 6. 2020

---

Eliška Panáková  
autor práce

## **PODĚKOVÁNÍ**

Tímto bych chtěla poděkovat mé vedoucí práce slečně Ing. Lucii Horké za odborné vedení, ochotu a pomoc při zpracování mé Bakalářské práce. Dále bych ráda poděkovala mému partnerovi a celé mé rodině za podporu ve studiu.

## Obsah

<b>A.</b>	<b>Úvod.....</b>	<b>3</b>
<b>B.</b>	<b>Teoretická část.....</b>	<b>4</b>
B.1	Zdroje tepla.....	4
B.1.1	Kotel.....	4
B.1.2	Rozdělení kotlů .....	4
B.1.2.1	Plynové kotle .....	5
B.1.2.2	Kondenzační kotle .....	8
B.1.2.3	Kotle na kapalná paliva.....	10
B.1.2.4	Kotle na tuhá paliva .....	11
B.1.2.5	Elektrokotel.....	16
B.1.3	Výměna stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva .....	17
B.1.3.1	Kdy je potřeba vyměnit stávající kotel?.....	17
B.1.3.2	Jak lze nevyhovující kotel poznat? .....	17
B.1.3.3	Za jaký zdroj tepla je možné stávající kotel na pevná paliva vyměnit?.....	17
B.1.3.4	Problematika výměny stávajícího zdroje tepla za nový.....	18
B.2	Závěr.....	21
<b>C.</b>	<b>Výpočtová část .....</b>	<b>22</b>
C.1	Analýza objektu .....	22
C.2	Výpočet tepelného výkonu .....	23
C.2.1	Stanovení tepelného odporu trámového stropu .....	23
C.2.2	Stanovení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí.....	27
C.2.3	Stanovení součinitele prostupu tepla otvory .....	38
C.2.4	Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností .....	40
C.3	Energetický štítek obálky budovy .....	42
C.4	Návrh otopných ploch .....	46
C.4.1	Specifikace otopných těles a přípojovacích armatur.....	48
C.4.1.1	Deskové otopné těleso Korado Radik VK .....	48
C.4.1.2	Trubková otopná tělesa Korado Koralux .....	49
C.4.1.3	Elektrický topný panel MIRAVA .....	50
C.4.1.4	Armatury pro desková otopná tělesa.....	50
C.5	Návrh přípravy teplé vody a dalších spotřebičů tepla .....	54
C.6	Návrh zdroje tepla .....	59
C.6.1	Specifikace zdroje tepla: .....	60



C.7	Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí .....	61
C.7.1	Dimenzování otopných větví .....	61
C.7.2	Dimenzování kotlového okruhu a okruhu přípravy teplé vody.....	67
C.7.3	Kompenzace délkových změn potrubí .....	67
C.7.4	Návrh zařízení technické místnosti .....	68
C.7.4.1	Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače.....	68
C.7.4.2	Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků.....	70
C.7.4.3	Návrh automatického doplňování vody .....	71
C.7.4.4	Návrh trojcestných směšovacích ventilů .....	72
C.7.5	Návrh izolace potrubí .....	75
C.8	Návrh oběhových čerpadel .....	79
C.8.1	Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 01 .....	79
C.8.2	Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 02.....	80
C.8.3	Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 03.....	81
C.8.4	Návrh oběhového čerpadlo pro větev přípravy teplé vody .....	82
C.9	Návrh zabezpečovacího zřízení .....	83
C.9.1	Návrh expanzní nádoby .....	83
C.9.2	Návrh pojistného ventilu .....	85
C.10	Roční potřeba tepla a paliva.....	86
C.10.1	Příprava teplé vody.....	86
C.10.2	Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním.....	87
<b>D.</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>88</b>
<b>E.</b>	<b>Použité zdroje.....</b>	<b>89</b>
<b>F.</b>	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>94</b>

## **A. Úvod**

Tématem této Bakalářské práce je návrh vytápění a přípravy teplé vody stávajícího objektu výpravní budovy v obci Moravské Bránice.

Teoretická část této práce je zaměřena na téma zdroje tepla a řešení problematiky výměny stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva.

Výpočtová část se zabývá výpočtem a návrhem vytápění a přípravy teplé vody ve výpravní budově. Vytápění objektu je řešeno jako ústřední s teplovodní dvoutrubkovou otopnou soustavou s nuceným oběhem teplé vody. Ohřev teplé vody pro bytové jednotky je řešen decentralně pomocí elektrických zásobníkových ohříváčů. Příprava teplé vody v drážním sektoru centrálně pomocí nepřímotopného zásobníku. Výpočtová část obsahuje analýzu objektu, výpočet tepelného výkonu, návrh otopných ploch a návrh zdroje tepla, návrh přípravy teplé vody, dimenzování a hydraulické posouzení, návrh zařízení otopné soustavy a roční potřeba tepla a paliva.

Ve třetí části bakalářské práce je uvedená technická zpráva a výkresová dokumentace.

## **B. Teoretická část**

### **Zdroje tepla a řešení problematiky výměny stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva**

#### **B.1 Zdroje tepla**

definice dle normy ČSN 06 0310

Zařízení, ve kterém se z paliva nebo jiné energie vyrábí teplo, které je současně předáváno teplonosné látce, může být vybaven kotli, tepelnými čerpadly, kogeneračními jednotkami, slunečními kolektory a jinými prvky, případně jejich kombinacemi. [1]

Základním prvkem výroby tepla pro ústřední vytápění jsou kotle, které jsou vyráběny v širokém výběru výkonů a provedení. [11]

##### **B.1.1 Kotel**

Zařízení, ve kterém se spaluje palivo (tuhé, kapalné, plyné), tím vzniká teplo a ohřívá teplonosnou látku, ta je dále předávána do otopné soustavy. [12]

Výběr kotle je ovlivněn nejen druhem paliva, ale i dalšími faktory jako jsou možnosti umístění do objektu, způsob odvodu spalin, větrání kotelní a řešení přívodu spalovacího vzduchu, velikost a druh otopné soustavy, požadavky na provoz a regulaci, způsob přípravy teplé vody. Při výběru kotle, je důležitý jeho výkon pro pokrytí tepelných ztrát objektu. [12]

##### **B.1.2 Rozdělení kotlů**

Podle druhu paliva:

- Plynové
- Na kapalná paliva
- Na tuhá paliva
- Elektrokotle

Podle způsobu umístění a upevnění:

- Stacionární (na podlaze či soklíku)
- Závěsné (na zdi)

Podle způsobu odvodu spalin:

- Do komína, kouřovodu s funkcí komína
- Na venkovní fasádu nebo nad střechu v provedení turbo

### B.1.2.1 Plynové kotle

Plynový kotel je definován jako kotel pro plynná paliva spalující zemní plyn nebo propan-butan. Jedná se zpravidla o monoblok, který je tvořen spalovací komorou, teplosměnnou plochou, hořákem, odvodem spalin a zabezpečovacího zařízení. [11]

Dle ČSN 38 6441 je zdroj tepla pro vytápění za plynový spotřebič klasifikován, pokud jeho jmenovitý výkon nepřesahuje 50 kW. [2,11]

#### Plynové spotřebiče se dle odvodu spalin a přívodu spalovacího vzduchu dělí na:

**Plynový spotřebič typu A** – vzduch pro spalování je přiváděn z prostoru, kde je spotřebič instalován a spaliny jsou odváděny do téhož prostoru

Jedná se především o plynový sporák, vařič ale lze zde zařadit i některé druhy průtokových ohřívačů vody.

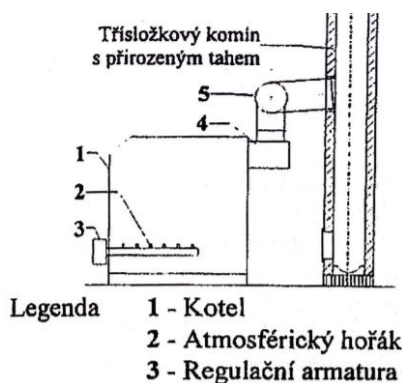
**Plynový spotřebič typu B** – vzduch pro spalování je přiváděn z prostoru, kde je spotřebič instalován a spaliny jsou odváděny do venkovního prostoru

**Plynový spotřebič typu C** – vzduch pro spalování je přiváděn z venkovního prostoru a spaliny jsou odváděny do též venkovního prostoru

Patří zde například závěsné kotle s přirozeným nebo nuceným odtahem spalin, kotle se samostatným kouřovodem a především plynové turbokotle. [16]

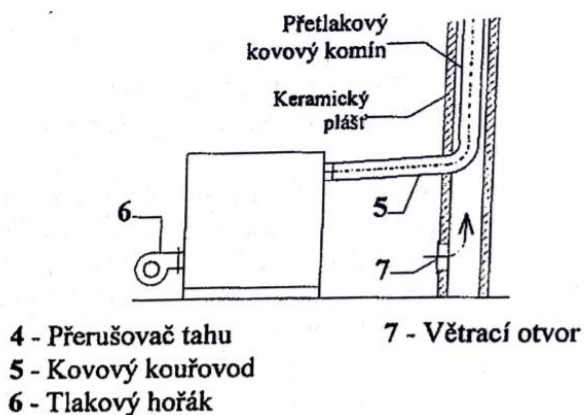
#### Dle typů hořáku a spalování se plynové kotle rozlišují na:

**Kotle s atmosférickým hořákem** – vsazovanými do spalovací komory, kotle jsou vybaveny přerušovačem tahu nebo spalinovým ventilátorem [11]



Obr. 1: Schéma kotle s atmosférickým hořákem [11]

**Kotle s tlakovým hořákem** – tvořené obvykle vícetahovou spalovací komorou a přímý odvodem spalin do kouřovodu [11]



**Obr. 2:** Schéma kotle s tlakovým hořákem [11]

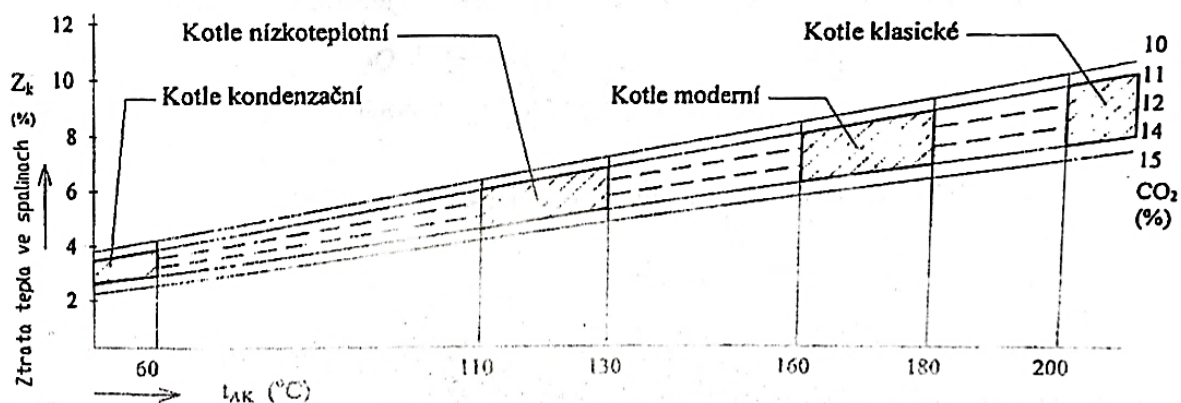
**Z hlediska možnosti přípravy teplé vody:**

- Bez přípravy teplé vody
- S přípravou teplé vody s vestavěným zásobníkem v kotli
- S přípravou vody v externím nepřímotopném ohřívači vody

Důležitým kritériem při hodnocení kotlů je jejich účinnost. Je dána velikostí dílčích ztrát, které souvisí se spalováním a přenosem tepla. Díky novým konstrukcím spalovacích komor, bylo možné snížit teplotu odváděných spalin a tím snížit spalinové tepelné ztráty a zvýšit účinnost. [11]

**Dle teploty spalin jsou kotle vyráběny v provedení:**

- Klasické s teplotou spalin  $t_{AK} > 200\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Moderní s teplotou spalin  $t_{AK} = 160\text{--}180\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Nízkoteplotní s teplotou spalin  $t_{AK} = 110\text{--}130\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Kondenzační s teplotou spalin  $t_{AK} < 60\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 3: Přehled spalínových ztrát a teploty spalin kotlů [11]

Tepelný výkon kotlů zásadně ovlivňuje výkon hořáků a jejich provoz. Ty mohou být v provedení:

**Dvoustupňovém** – regulace tepelného výkonu o hodnotách 50 nebo 100 %

**Dvoustupňovém spojitém** – v prvním stupni možnost regulace tepelného výkonu o rozsahu 0–50 %, ve druhém stupni 50–100 %

#### B.1.2.1.1 Klasické (standardní) plynové kotle

Klasické plynové kotle jsou navrženy pro provoz se suchými spaliny, přičemž nejnižší dovolená teplota vratné vody ze soustavy je omezena hodnotou 60 °C. Při napojení na otopnou soustavu musí být za kotlem zařízení zajišťující dostatečně vysokou teplotu vratné vody vstupující do kotle. Tím nedochází ke kondenzaci vodní páry ve spalinách a je zabráněno vzniku nízkoteplotní korozi. [17]

#### B.1.2.1.2 Nízkoteplotní plynové kotle

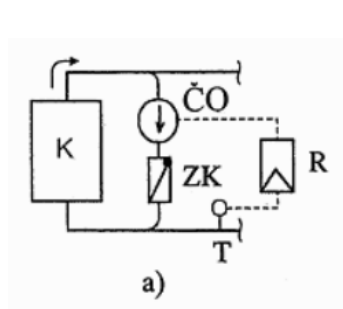
Jedná se o kotel, který můžeme trvale provozovat s nízkými teplotami vratné vody (35–40 °C). Nepříznivým jevem, který může nastat za určitých podmínek při provozu je kondenzace vodní páry, kterou obsahují spaliny. Z tohoto důvodu musí být teplosměnná plocha z materiálu odolného proti korozi, například litina. Napojení nízkoteplotního kotle na otopnou soustavu může být přímé bez směšovacích armatur s řízením výkonu dle teploty exteriéru. [17]

#### Ochrana kotle před nízkoteplotní korozí

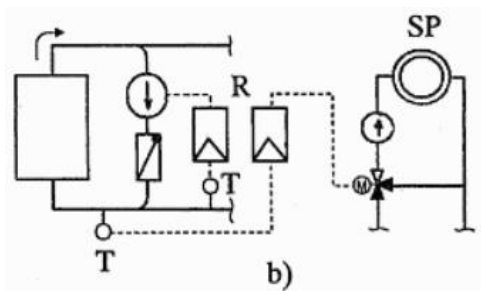
Musíme dbát na zajištění minimální teploty vratné vody, kterou můžeme zajistit různými technickými opatřeními, a tak dosáhnou směšovacím nebo jiným opatřením, aby se na teplosměnné plochy kotle nedostala voda o teplotě, která má za příčinu nižší povrchovou teplotu teplosměnných ploch na straně spalin, než je teplota rosného bodu spalin. [18]

Možnosti zapojení kotle pro zvýšení teploty vratné vody:

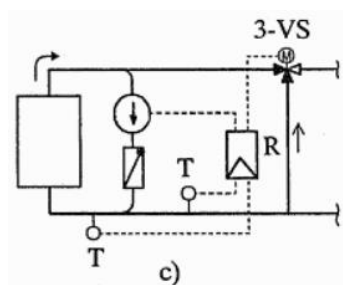
1. **Čerpadlo u obtoku kotle** – pokud dojde k překročení požadované minimální teploty vratné vody, regulátor sepne čerpadlo u obtoku kotle, tím se zvedne teplota vratné vody na požadovanou teplotu
2. **Regulace teploty vratné vody směšovací ventilem** – zde se reguluje teplota vratné vody pomocí trojcestného směšovacího ventilu
3. **S průtočným škrtícím ventilem** – v tomto případě musí být použita speciální konstrukce kotle, otopná vody proudí kotlem tak, že se část výstupní vody přimíchává k vratné vodě ze soustavy, a tak se na teplosměnné plochy dostává již smíšená voda o požadované teplotě. Jelikož, je množství směšovací vody omezeno, je zde použit škrtící ventil, který zmenší množství protékající vody škrcením při nízké teplotě vratné vody [18]



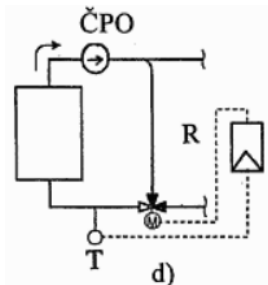
Obr. 4: Čerpadlo u obtoku kotle [18]



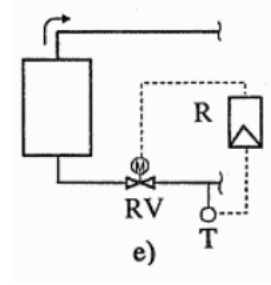
Obr. 5: Čerpadlo u obtoku kotle s regulátorem spotřebitelských okruhů [18]



Obr. 6: Čerpadlo v obtoku kotle napojené na regulátor spotřebitelských okruhů [18]



Obr. 7: Zapojení se směšovačem [18]



Obr. 8: Speciální konstrukce kotle a průtočný ventil [18]

### B.1.2.2 Kondenzační kotle

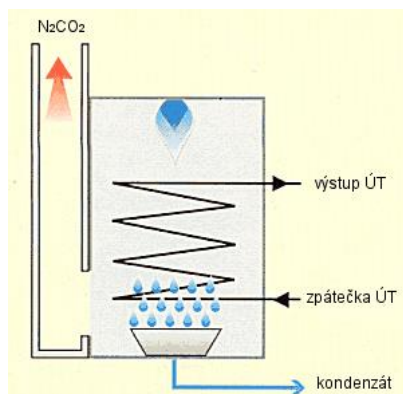
Dle ČSN EN 677 je kondenzační kotel definován jako kotel, ve kterém při běžných provozních podmínkách a při určitých provozních teplotách otopné vody zkondenzuje dílčí část vodní páry obsažené ve spalínách, aby se za účelem vytápění rovněž využilo teplo uvolněné při izotermické fázové přeměně (latentní teplo) z této části vodní páry a který splňuje požadavky na účinnost této normy. [3]

Faktory ovlivňující vyšší efektivitu kondenzačního procesu:

- využití latentního tepla spalin
- nižší spalinová ztráta kotle
- nižší ztráta sáláním kotle

### Princip kondenzace

Při spalování zemního plynu (metanu  $\text{CH}_4$ ) nebo propanu ( $\text{C}_3\text{H}_8$ ) dochází ke vzniku určitého množství vody. Při hoření pak dochází k jejímu ohřevu a vniká vodní pára, ta pak spolu s oxidem uhličitým tvoří spaliny a odchází ven. Spaliny obsahují část skryté tepelné energie nazývané jako latentní teplo. Kondenzace (změny skupenství) docílíme, pokud tyto spaliny ochladíme pod teplotu jejich rosného bodu, tím dojde k uvolnění tohoto tepla. Tato uvolněná energie se v kondenzačním kotli využívá pomocí výměníku k předehřevu vratné vody. [19]



Obr. 9: Princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu [19]

### Definice spalného tepla a výhřevnosti

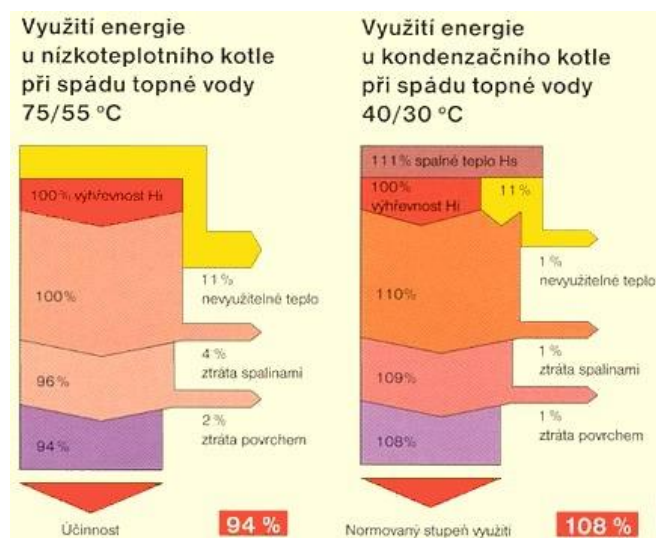
**Spalné teplo**  $H_s$  ( $\text{kWh/m}^3$ ) - je množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením jednotkového množství plynu a stechiometrického množství kyslíku o počátečních teplotách  $25^\circ\text{C}$  při ochlazení spalin zpět na teplotu  $25^\circ\text{C}$ . Jde tedy o veškeré množství tepla vzniklé spálením jednotkového množství paliva a zahrnuje i ve vodní páře vázané tzv. latentní (necitelné) teplo [19]

**Výhřevnost**  $H_i$  ( $\text{kWh/m}^3$ ) - je rovna spalnému teplu, zmenšenému o teplo uvolněné kondenzací vodní páry ze spalin. Jde tedy o množství tepla, které energii obsaženou ve vodní páře spalin nezohledňuje. U klasických a nízkoteplotních kotlů odchází toto teplo bez užitku komínem do ovzduší [19]

Z výhřevnosti se stanovuje účinnost zařízení. Kondenzační kotle využívají tepla z kondenzované vodní páry obsažené ve zplodinách hoření. U kondenzačních kotlů byl zaveden pojem tzv. normovaný stupeň využití, který nabývá hodnot  $100\%$  a někdy bývá zaměněn



s účinností. Pokud však budeme stanovovat účinnost kondenzačního kotle ze spalného tepla, došli bychom fyzikálním postupem k hodnotě maximálně 97,5 %. [19]



Obr. 10: Princip spalování zemního plynu při kondenzačním ohřevu [19]

Úkolem kondenzačního kotle je dosažení co nejnižších teplot spalin a využití jejich tepla pro samotné vytápění.

Díky svému provedení je plynový kondenzační kotel vhodný pro vytápění domácností, kancelářských prostor i jiných objektu. Je vhodný jak pro novostavby, tak i pro vytápění stávajících objektů.

### Výběr kondenzačního kotle

Nejdůležitějšími parametry pro výběr kotle jsou výkonový rozsah a účinnost kotle. Je důležité dbát, aby byla účinnost vysoká v celém výkonovém rozsahu kotle. Navrhovaný výkon kotle závisí na potřebě tepla pro vytápění, ohřev teplé vody a na potřebě tepla pro provoz vzduchotechniky. Při nízkých teplotách exteriéru pracuje kotel s větším výkonem, při vyšších teplotách s nižším výkonem. Pro regulaci výkonu slouží tzv. výkonová modulace kotle, ta umožňuje rovnoměrné vytápění bez zbytečného častého vypínání a zapínání kotle a tím zvýšení opotřebování částí kotle. Další důležité parametry kotle je možnost ekvitermní regulace a řízení otáček oběhového čerpadla. [19,20]

#### B.1.2.3 Kotle na kapalná paliva

Jedná se o ušlechtilé primární palivo, umožňující řízený a ekologický provoz vytápění soustav. Základním palivem je lehký topný olej (LTO). [11]

Pro spalování kapalných paliv se často používají kotle, které umožňují připojení tlakových hořáku se shodnou konstrukcí s kotli na plynná paliva. Tyto kotle jsou opatřeny monoblokovými hořáky zajišťujícími talkové rozprašování paliva. Hořáky jsou umístěny do kruhového otvoru v čelní stěně kotle. [11]

## **Uložiště oleje a spotřeba paliva**

Uložiště oleje musíme umísťovat do oddělených místností, jelikož se jedná o samostatný požární úsek. Je tvořeno plastovými nádržemi ve tvaru hranolu o objemu 800–2000 l jejichž rozměry jsou navrženy tak, aby bylo možné je transportovat dvěma (šířka=720 mm). Nádrže jsou ukládány za sebou a tím tvoří baterii. V horní stěně jsou opatřeny otvory se závitovými nátrubky, na které jsou připojeny plastové připojovací armatury. Baterie jsou uloženy do izolované betonové vany s obsahem schopným pojmout objem oleje jedné nádrže v případě havárie. [11]

### **Rozdělení připojovacích armatur:**

- **Plnicí** – potrubí ukončené závitovou zátkou vyvedené do venkovních prostor
- **Odvětrávací** – potrubí ukončené větrací mřížkou vyvedené do venkovních prostor
- **Čerpací** – potrubí, které umožňuje postupné čerpání paliva. Jelikož je čerpadlo součástí hořáku, před napojením na hořák musí být potrubí opatřeno uzávěry a filtrem. [11]

### **B.1.2.4 Kotle na tuhá paliva**

Základními palivy je uhlí, dále se jedná o biomasu, zemědělské, průmyslové a komunální odpady. Nejdůležitější vlastností kotle na pevná paliva je jeho schopnost řízení spalovacího procesu. [13]

#### **Spalování**

Jedná se o termickou přeměnu za dostatečného přísunu kyslíku.

- **Spalování na roštu:** palivo je spalováno v pevné vrstvě, nové roštové kotle slouží především pro spalování biomasy (např. sláma nebo dřevo), palivo se na rošt přikládá ze zásobníku

Druhy roštů:

- pevné
  - s přemísťováním paliva
- **Spalování v hořácích**
- **Spalování ve fluidní vrstvě:** palivo je spalováno ve fluidní vrstvě, spalování paliva probíhá ve vznosu – hmota částic se chová jako kapalina [13]

### **Dělení kotlů na pevná paliva dle přísunu vzduchu:**

- **Přirozený** – tahem komína
- **Nucený** – podtlak či přetlak v topeništi

## Dělení kotlů na pevná paliva dle přísunu paliva:

- Ruční
- Samočinná

## Dle technologie spalování:

- Prohořivací
- Odhořivací
- Zplyňovací
- Automatický

### Prohořivací kotel

Jedná se o nejstarší a nejjednodušší konstrukci kotle. Palivem je koks, černé uhlí, dřevo. Účinnost kotle bývá 50-60 %. Kotel pracuje na principu postupného spalování. Palivo je přikládáno na hořící základní vrstvu. Spalovací vzduch se dostává k základní vrstvě ze spodní strany přes rošt, na kterém je položena základní vrstva a společně se spaliny prochází celou touto vrstvou paliva. Spalovací proces výrazně ovlivňuje tah komína. Regulace výkonu může být částečná pomocí termostatického regulátoru tahu. [13,21]



Obr. 11: Funkční schéma prohořivacího kotle [21]

### Odhořivací kotel

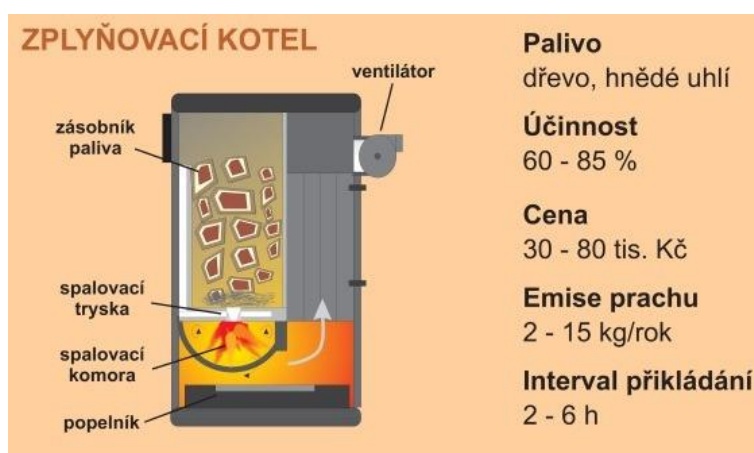
Plynulejší spalování než u prohořivacího kotle. Palivem je dřevo nebo hnědé uhlí. Účinnost tohoto typu kotle bývá 55-75 %. U této konstrukce kotle spaliny neprocházejí přes vrstvu paliva, ale jen její částí. Palivo je umístěno v násypce, kde se postupně uvolňuje prchavá hořlavina, která pak postupně přechází do spalovací komory. Dochází zde ke kvalitnějšímu vyhoření ve srovnání s odhořivacím kotlem. Plamen směřuje do zadní části kotle. Regulace výkonu může být částečná pomocí termostatického regulátoru tahu. [13,21]



**Obr. 12: Funkční schéma odhořívacího kotle [21]**

### Zplyňovací kotel

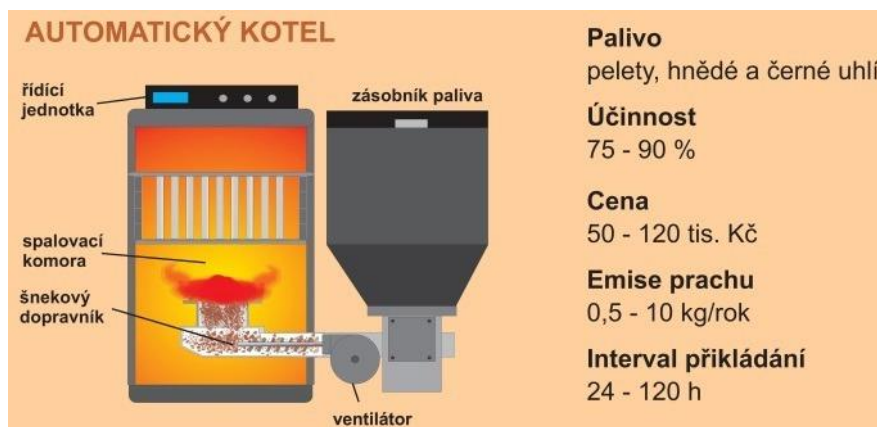
Jedná se o modernější způsob spalování kusového dřeva. Palivem je dřevo nebo hnědé uhlí. Účinnost bývá 60-85 %. Kotel pracuje na principu uvolňování prchavé hořlaviny v zásobníku paliva, ta prochází skrz trysku do spalovací komory. Spalovací vzduch se přiváděn pomocí spalovacího ventilátoru do trysky i zásobníku paliva. Kvalita spalování už není tak závislá na komínovém tahu. [13,21]



**Obr. 13: Funkční schéma zplyňovacího kotle [21]**

### Automatický kotel

Technické řešení je složitější. Účinnost automatických kotlů bývá 75-90 %. U těchto typů kotlů je spalováno především černé nebo hnědé uhlí a paletky. Princip těchto kotlů spočívá v tom, že zásobník s palivem se nachází mimo těleso kotle a do hořáku je dopravováno pomocí dopravníku pouze potřebné množství paliva. Množství a interval dodaného paliva závisí na objemu zásobníku, potřebě tepla a typu paliva. Interval lze prodloužit při použití externího zásobníku. [13,21]



**Obr. 14: Funkční schéma automatického kotle [21]**

### **Kotle na biomasu**

Biomasa – lze zde zahrnout veškerou organickou hmotu na Zemi. Jedná se o rostliny, živočichy, houby, sinice. [13]

Dnes se jako palivo běžně používá:

- kusové dřevo
- dřevní brikety
- dřevní pelety
- piliny
- obilí
- štěpka
- alternativní pelety (agropelety, biopelety)
- balíková sláma

## Ochrana kotle proti přetopení

K přetopení dochází u kotlů na pevná paliva. Nejčastěji k přetopení může dojít při výpadku elektrického proudu, kdy přestane fungovat čerpadlo a voda pak neodebírá teplo z kotle. U otevřených soustav není ochrana proti přetopení nutná. [14,23]

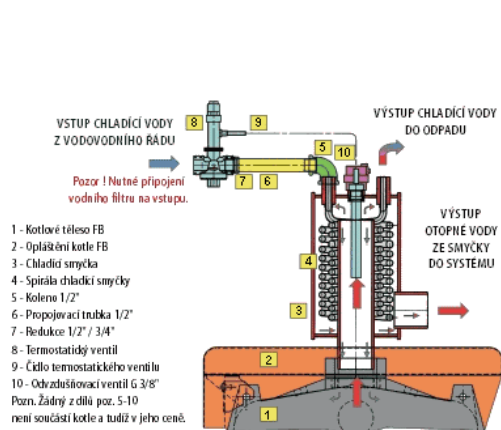
Možnosti řešení ochrany kotle proti přetopení:

- Chladicí smyčka proti přetopení
- Záložní zdroj
- Zapojení s dochlazovací nádrží a inverzním zónovým ventilem

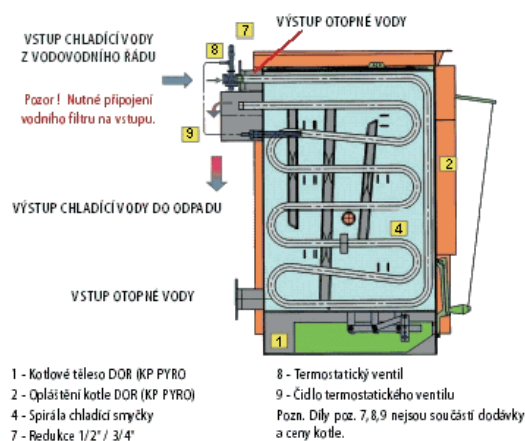
### Chladicí smyčka proti přetopení

**Princip:** teplotní čidlo umístěno v zadní části kotle snímá teplotu vody v kotli a při překročení této teploty je do ochlazovací smyčky vpuštěna studená voda z vodovodního řádu, která pohltí přebytečné teplo a odteče do odpadu [22]

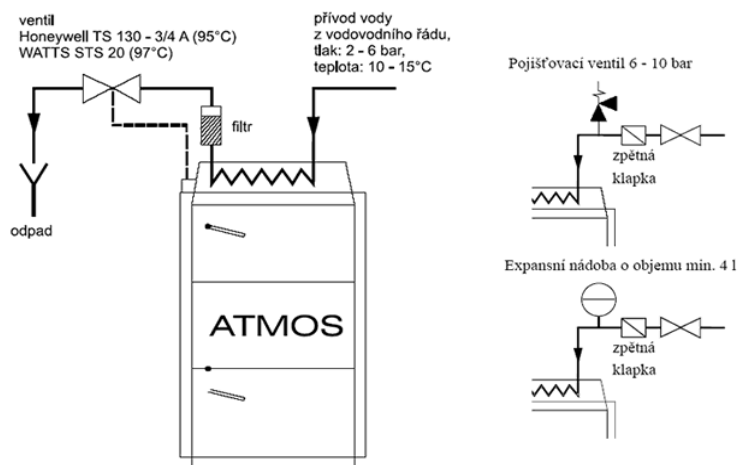
Standardně umístěná v horní části kotle na výstupu otopné vody.



Obr. 15: Umístění chladicí smyčky na kotli [23]



Obr. 16: Umístění chladicí smyčky v kotli [23]



Obr. 17: Zapojení chladicí smyčky proti přetopení s pojistným ventilem [22]



**Obr. 18: Chladicí smyčka [22]**

### **Záložní zdroj**

Umisťuje se v případě, kdy není chladicí smyčka instalována výrobcem nebo v případě, kdy připojení chladicí smyčky není spolehlivé [14]

**Princip:** využívá se záložní zdroj elektrické energie (baterie), při výpadku sítě dojde k přepnutí [24,25]

### **Zapojení s dochlazovací nádrží a inverzním zónovým ventilem**

Pokud dojde k výpadku elektrického proudu, ventil se otevře.

Další možností řešení ochrany kotle proti přetopení, je zapojení alespoň jedné topné větve s několika otopnými tělesy na samovolnou regulaci. [24]

### **B.1.2.5 Elektrokotel**

Jedná se o malý zdroj tepla využívající elektrickou energii pro vytápění a ohřev teplé vody. Zařízení ohřívá vodu pomocí topných tyčí a čerpadlem je dopravována do topného systému. Je vhodným zdrojem pro vytápění bytů, rodinných domů nebo rekreačních objektů. Je také velice vhodný jako doplňkový zdroj např. k tepelnému čerpadlu. Jeho provoz je nenáročný, tichý a čistý. Výhodou jsou také rozměry zařízení a plynové přípojky. [26]

### **B.1.3 Výměna stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva**

Výměna stávajících zdrojů tepla je v dnešní době aktuálním tématem, jelikož dle §17 zákona č. 201/2012 Sb.-Zákon o ochraně ovzduší bude od 1. září 2022 provoz kotlů na pevná paliva třídy 1. a 2. zakázán. Tento zákaz vznikl z důvodu požadavků na snížení emisí, zvýšení účinnosti a snížení energetické náročnosti vytápění. [27]

Kotle 1. a 2. emisní třídy – lze zde zařadit prohořivací a odhořivací kotle na pevná paliva. Tyto kotle se vyznačují ručním přísunem paliva, přirozeným přívodem spalovacího vzduchu a nízkou účinností.

#### **B.1.3.1 Kdy je potřeba vyměnit stávající kotel?**

Citace ze zákona č.201/2012 Sb. O ochraně ovzduší: Provozovat spalovací stacionární zdroj na pevná paliva o jmenovitém tepelném příkonu do 300 kW včetně, který slouží jako zdroj tepla pro teplovodní soustavu ústředního vytápění a který není navržen rovněž pro přímé vytápění místa instalace, v souladu s minimálními požadavky uvedenými v příloze č. 11 k tomuto zákonu. [4]

Stávající kotel na je nutné vyměnit, pokud se jedná kotel na pevná paliva do příkonu 300 kW a je pomocí něj vytápěn objekt teplovodní otopnou soustavou. Tento zákon se nevztahuje na lokální topidla-současně používáno jako zdroj tepla i jako topné těleso přivádějící teplo do místnosti. [27]

#### **B.1.3.2 Jak lze nevyhovující kotel poznat?**

Na první pohled lze poznat, že se jedná o problematický kotel, pokud byl tento zdroj vyroben před rokem 2008 a pokud je jedná o zdroj na dřevo nebo uhlí bez ventilátoru a elektronické regulace. Dále se do této problematické kategorie řadí kotle, které nebyly ověřeny autorizovanou osobou. [29]

Další možností je ověřit třídu kotle podle výrobního štítku. Kotle vyrobeny před rokem 2000 nebyly označovány výrobním štítkem, a tudíž nemohou být po od 1. září 2022 provozovány. Vyhovujícím je kotel, který má na výrobním štítku třídu 3 nebo později i 4 a 5. [29]

Pokud na kotli nelze nalézt výrobní štítek, je možné kotel posoudit specialistou s patřičným oprávněním, který vystaví doklad, kde uvede, zda je možné tento zdroj provozovat i po 1. září 2022. [29]

#### **B.1.3.3 Za jaký zdroj tepla je možné stávající kotel na pevná paliva vyměnit?**

Pokud zjistíme, že je potřeba stávající zdroj tepla vyměnit, je nutné zvážit jaký zdroj bude z ekonomického a technického hlediska nejvíce vyhovující. [30]



### **Mezi vhodné zdroje patří:**

- Kondenzační plynové kotle
- Kotle na pevná paliva alespoň kategorie 4 (kotle na uhlí nebo biomasu)
- Elektrokotle
- Tepelná čerpadla
- Velkoplošné podlahové nebo stropní systémy

#### **B.1.3.4 Problematika výměny stávajícího zdroje tepla za nový**

Stávající kotel na pevná paliva je možné nahradit různými alternativami zdrojů tepla. Nejjednodušší z hlediska zásahů a úpravy vybavení domu je výměna stávajícího kotle za nový vyhovující kotel na stejné palivo. [30]

##### **B.1.3.4.1 Výměna kotle na pevná paliva za kotel na pevná paliva vyšší třídy**

Nejsnadnější variantou při výměně kotle na pevná paliva třídy 1 nebo 2 je pouze výměna za kotle na pevná paliva vyšší třídy. Zde se pak stále jedná o jednu z nejlevnějších variant vytápění. Náklady na provoz i pořízovací náklady jsou relativně nízké. Výhodou také zůstává absence plynové přípojky. Oproti starým kotlům na pevná paliva pracují nové kotle s vyšší účinností a jsou šetrnější k životnímu prostředí. Nevýhodou zde stále zůstává nutnost manipulace s palivem a potřeba prostor pro skladování paliva. [30]

#### **Nejčastější druhy paliva pro moderní kotle:**

- Hnědé uhlí
- Dřevní palety:
  - Premium (bílé) – lisovaný dřevní odpad bez příměsí
  - Katrové (tmavé) – lisovaný dřevní odpad s příměsí kůry
- Nedřevní pelety – alternativní pelety – rostlinné, vyrábí se ze zemědělského odpadu (seno, sláma, ...)

##### **B.1.3.4.2 Výměna kotle na pevná paliva za kondenzační plynový kotel**

Výměna kotle na pevná paliva za plynový kondenzační kotel vyžaduje připojení na elektřinu, plyn a kanalizaci (z důvodu odvodu kondenzátu).

Pokud se rozhodneme vyměnit stávající kotel na pevná paliva například za plynový kondenzační kotel je důležité vzít v úvahu několik důležitých poznatků. Při jejich instalaci je důležité počítat s odvodem kondenzátu, tedy je nutné odvést kondenzát z kotle do odpadu. Problém může nastat u kotlů umístěných ve sklepech nebo kotelnách, kde není instalován rozvod vody. Tento problém je možné řešit přečerpávací stanicí kondenzátu, která se skládá ze zásobníku a čerpadla a umístíme ji na výstupu z kotle.

Déle je nutné vyvložkování komínové cesty, jelikož spaliny z kondenzačního kotle mají nízkou teplotu a mohou působit jako slabá kyselina.

Odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu je možné řešit koaxiálním potrubím, jedná se o dvojité potrubí, kdy jsou vnitřním potrubím odváděny spaliny a vnějším potrubím je přiváděn spalovací vzduch. Koaxiální potrubí je možné instalovat ve vnitřním provedení s prostupem střechou nebo vnější provedení, kdy je potrubí vedeno po fasádě objektu.

Při výměně stávajícího kotle za nový je možné, že bude muset být provedena i rekonstrukce topného systému, jelikož kondenzační kotle dosahují nejvyšší účinnosti při nízkém teplotním spádu topné vody a starší topné systémy včetně otopných těles byly dimenzovány vyšší teplotu otopné vody. Je tedy nutné provést jejich revizi. [31,32]

#### **B.1.3.4.3 Výměna kotle na pevná paliva za elektrokotel**

Pokud je objekt vytápěn zdrojem na pevná paliva třídy 1. nebo 2. předpokládáme, že tento objekt je starší, tudíž nezateplený s většími tepelnými ztrátami a s větší potřebou tepla pro vytápění. Elektrokotel je zdroj tepla vhodný především pro objekty s kvalitním zateplením s nižší potřebou tepla pro vytápění nebo pasivní a nízkoenergetické domy.

Při výměně stávajícího kotle na pevná paliva za elektrokotel je především nutné zřízení přívodu elektřiny ke kotli. Dále je potřeba mít dostatečně silný jistič z důvodu velkého příkonu, elektrokotle se připojují k třífázovému elektrickému rozvodu síťového napětí. Při instalaci elektrokotle za stávající kotel je také důležité provést revizi.

Hlavními výhodami při pořízení elektrokotle jsou především emise. Elektrokotle jsou ekologické bez nutnosti odvodu spalin. Lze tedy ušetřit náklady za vyvložkování komína nebo další k tomu potřebné stavební práce. U kotle na elektřinu taktéž nemusíme shánět a skladovat palivo, a tedy další výhodou používání kotle na elektřinu oproti kotli na pevná paliva je jeho jednoduchá obsluha. Jeho provoz je čistý a tichý a jeho poměrně malé rozměry jsou také výhodou.

Pořizovací cena elektrokotle oproti tepelným čerpadlům nebo automatickým kotlům je výrazně nižší, avšak jeho provozní náklady jsou stále poměrně vysoké. Proto se elektrokotel často používá jen jako bivalentní zdroj. [26,33]

#### **B.1.3.4.4 Výměna kotle na pevná paliva za tepelné čerpadlo**

Tepelné čerpadlo – jedná se o energetické zařízení, které mění nízkopotenciální teplo na teplo s vyšší energetickou hladinou. Tepelné čerpadlo odebírá teplo z venkovního prostoru a je předáváno do objektu. [15]

##### **Typy tepelných čerpadel:**

- **Vzduch-voda:** tepelné čerpadlo vzduch-voda pracuje na principu odebírání energie ze vzduchu v exteriéru a získané teplo využívá k ohřevu vody topného systému [34]
- **Vzduch-vzduch:** skládá se z vnitřní a venkovní jednotky, venkovní jednotka odebírá teplo ze vzduchu z exteriéru a vnitřní jednotka pak ohřívá vzduch v interiéru [15]

- **Voda-voda:** teplo pro provoz čerpadla je odebíráno ze spodní nebo geotermální vody. Princip spočívá v tom, že je voda ze studny do výměníku tepelného čerpadla a ochlazená se vrací zpět [35]
- **Země-voda:** tepelné čerpadlo země-voda odebírá teplo ze země pomocí plošných kolektorů nebo hlubinných vrtů a předává ho do vody [15]

#### **B.1.3.4.4.1 Topný faktor COP**

Udává účinnost tepelného čerpadla, je poměrem vyrobeného tepla ku teplu spotřebovanému.

Tepelné čerpadlo je vhodné použít do pasivních či nízkoenergetických objektů, je také vhodné do starších objektů, které by ale měly být zatepleny, jelikož u nezateplených objektů jsou z důvodu vyšší potřeby výkonu by bylo tepelné čerpadlo nákladnější. Při vytápění starších objektů tepelným čerpadlem, je však výhodou rychlejší návratnost.

Vytápění tepelným čerpadlem je poměrně ekologické, využívá k získávání tepla obnovitelné zdroje energie. Stejně jako vytápění elektrokotlem, je vytápění tepelným čerpadlem provozně jednoduché, čisté a není potřeba řešit shánění a skladování paliv. Menší nevýhodou může být hluchost, ta je však řešitelná. Dále je tepelné čerpadlo vhodnou alternativou pro objekty bez plynové přípojky a není zde potřeba řešit odvod spalin a úpravy komínového tělesa. [36]

## **B.2 Závěr**

V první polovině teoretické části této práce bylo zmíněno obecné rozdělení zdrojů tepla. Byly zde vysvětleny důležité pojmy a principy. V druhé části pak byla nastíněna problematika výměny stávajících kotlů na pevná paliva emisní třídy 1 a 2, které nebude možné od září roku 2022 provozovat. Dále jsme se zde mohli dozvědět za jaké zdroje tepla je tyto nevyhovující kotle možné vyměnit a byla zde také zmíněna řada výhod a nevýhod, které výměnu doprovázejí.

Tohle téma jsem volila na základě výběru objektu pro mou výpočtovou část. Je nutno říct, že se zde také jedná o starý objekt výpravní budovy, a tudíž je zde dané téma aktuální.

V objektu byl starý nevyhovující kotel na pevná paliva vyměněn za kondenzační kotel s vyšší účinností, splňující požadavky emisní třídy. Byly zde také provedeny stavební úpravy – úprava a vyvložkování původního komína.

## **C. Výpočtová část**

### **C.1 Analýza objektu**

V této Bakalářské práci je řešeno vytápění a příprava teplé vody ve výpravní budově v obci Moravské Bránice, Brno-venkov. Jedná se o stávající budovu. Objekt je dvoupodlažní, podsklepený se sedlovou střechou. Obvodový plášť je vyzděný z cihel plných pálených, stropní konstrukce jsou ze dřeva. Objekt byl zateplen tepelnou izolací z minerální vlny tloušťky 150 mm.

V 1. NP se nachází provozní zázemí výpravní budovy spolu s technologickým zařízením pro provoz dráhy. Dále se zde nachází jedna bytová jednotka. V 2.NP jsou situovány byty spolu s nocležnou s hygienickým zařízením pro zaměstnance. V suterénu jsou pouze sklepy k bytovým jednotkám.

Vytápění objektu je řešeno jako ústřední s teplovodní dvoutrubkovou otopnou soustavou s nuceným oběhem teplé vody a teplotním spádem 60/50 °C. Otopná soustava je rozdělena do třech hlavních větví (větev 01- severozápadní část 2.NP, větev 02- jihovýchodní část 2.NP, větev 03-1.NP). Pro vytápění jednotlivých místností budou použita klasická desková otopná tělesa v provedení ventil kompakt s pravým spodním připojením, pro vytápění některých koupelen trubková. V technologických místnostech provozního zázemí jsou navržena elektrická topidla, kvůli bezpečnosti technologie. Větrání objektu je přirozené.

Jako zdroj tepla pro vytápění je navržen závěsný kondenzační plynový kotel umístěný v technické místnosti v 1. NP. Ohřev teplé vody pro bytové jednotky je řešen decentrálně pomocí elektrických zásobníkových ohříváčů. Příprava teplé vody v drážním sektoru centrálně pomocí nepřímotopného zásobníku.

## C.2 Výpočet tepelného výkonu

Skladby konstrukcí jsou uvažovány po stavební rekonstrukci stávajícího stavu objektu. Jednotlivé konstrukce jsou zatepleny. Výpočet součinitele prostupu tepla byl proveden dle ČSN 73 0540-2 a porovnán s normovými hodnotami.

### C.2.1 Stanovení tepelného odporu trémového stropu

$$R = \frac{R' + 2 \cdot R''}{3} \text{ [m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

$R_{si}$  odpor při přestupu tepla na vnitřní straně

$R_{se}$  odpor při přestupu tepla na vnější straně

Tepelný odpor jednotlivých úseků rovnoběžně s tepelným tokem:  $R'$  [m<sup>2</sup>.K.W<sup>-1</sup>]

$$\frac{1}{R'} = \frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \dots + \frac{f_m}{R_m}$$

$$R' = \frac{1}{\frac{f_a}{R_a} + \frac{f_b}{R_b} + \dots + \frac{f_m}{R_m}} \text{ [m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}\text{]}$$

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \text{ [m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}\text{]}$$

$$f_a = \frac{a \cdot d}{l \cdot d}$$

$$f_b = \frac{b \cdot d}{l \cdot d}$$

$f_a$  poměrné plochy výseku a [-]

$f_b$  poměrné plocha výseku b [-]

$d$  tloušťka vrstvy konstrukce [m]

$\lambda$  návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálů [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]

$l$  osová vzdálenost mezi trámy [m]

$a$  šířka výseku a [m]

$b$  šířka výseku b [m]

Tepelný odpor jednotlivých úseků kolmých k tepelnému toku:  $R''$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

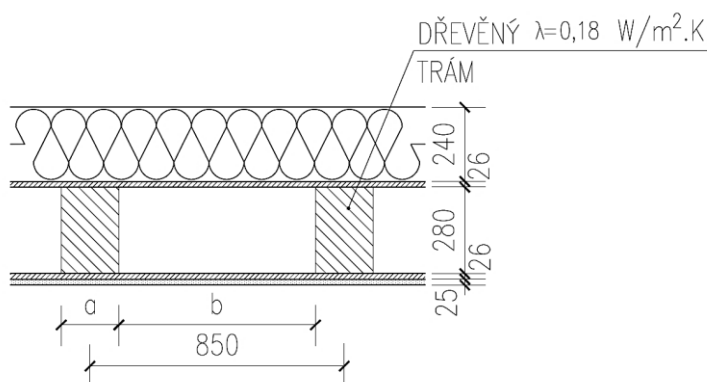
$$R'' = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Pro stejnorodé vrstvy:  $R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

Pro nejstejnorodé vrstvy:  $\frac{1}{R_j} = \sum \frac{f_{j,i}}{R_{j,i}} = \frac{f_{j,a}}{R_{j,a}} + \frac{f_{j,b}}{R_{j,b}} + \dots + \frac{f_{j,m}}{R_{j,m}}$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

## Výpočet tepelného odporu R a součinitele prostupu tepla dřevěného stropu mezi 2. NP a půdou

SKLADBA	TLOUŠŤKY VRSTEV (mm)	$\lambda$ ( $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )
1. TEPELNÁ IZOLACE	240	0,037
2. DŘEVĚNÝ ZÁKLOP	26	0,110
3. VZDUCHOVÁ MEZERA	280	1,75
4. PODBITÍ	26	0,110
5. OMÍTKA	25	0,990
8. NÁTĚR	–	–



$$R_a = \frac{0,025}{0,990} + \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,280}{1,75} + \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,240}{0,037} = 7,14 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_b = \frac{0,025}{0,990} + \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,280}{0,18} + \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,240}{0,037} = 8,54 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$f_a = \frac{0,670 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280} = 0,788$$

$$f_b = \frac{0,18 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280} = 0,212$$

$$R' = \frac{1}{\frac{0,788}{7,14} + \frac{0,212}{8,54}} = 7,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

1. vrstva stejnorodá

$$R_1 = \frac{0,025}{0,990} = 0,025 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

2. vrstva stejnorodá

$$R_2 = \frac{0,026}{0,110} = 0,24 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

3. vrstva nestejnorodá

$$\frac{1}{R_2} = \frac{\frac{0,670 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280}}{\frac{0,280}{1,75}} + \frac{\frac{0,18 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280}}{\frac{0,280}{0,180}} = 5,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_2 = \frac{1}{5,06} = 0,198 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

4. vrstva stejnorodá

$$R_3 = \frac{0,026}{0,110} = 0,24 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

5. vrstva stejnorodá

$$R_5 = \frac{0,240}{0,037} = 6,49 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R'' = 0,025 + 0,24 + 0,198 + 0,24 + 6,49 = 7,193 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R = \frac{7,4 + 2,7,193}{3} = 7,262 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

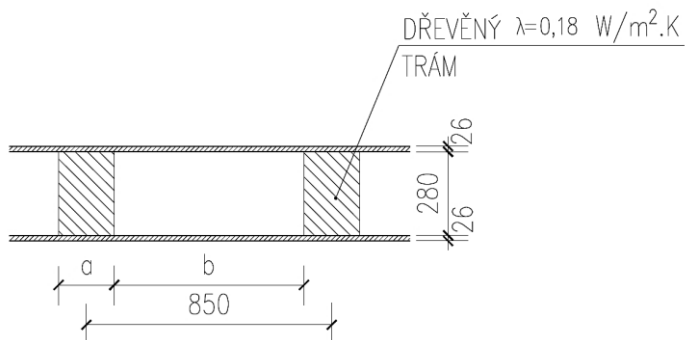
$$R_T = 0,10 + 7,262 + 0,04 = 7,402 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$U = \frac{1}{7,402} = 0,135 \leq 0,30 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \text{ VYHOVUJE}$$



## Výpočet tepelného odporu R dřevěného stropu mezi 1. NP a 2. NP

SKLADBA	TLOUŠŤKY VRSTEV (mm)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
2.DŘEVĚNÝ ZÁKLOP	26	0,110
3.VZDUCHOVÁ MEZERA	280	1,75
4.PODBITÍ	26	0,110



$$R_a = \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,280}{1,75} + \frac{0,026}{0,110} = 0,63 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_b = \frac{0,026}{0,110} + \frac{0,280}{0,18} + \frac{0,026}{0,110} = 2,028 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$f_a = \frac{0,670 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280} = 0,788$$

$$f_a = \frac{0,18 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280} = 0,212$$

$$R' = \frac{1}{\frac{0,788}{0,63} + \frac{0,212}{2,028}} = 0,738 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

1. vrstva stejnorodá

$$R_1 = \frac{0,026}{0,110} = 0,24 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

2.vrstva nestejnorodá

$$\frac{1}{R_2} = \frac{\frac{0,670 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280}}{\frac{0,280}{1,75}} + \frac{\frac{0,18 \cdot 0,280}{0,850 \cdot 0,280}}{\frac{0,280}{0,180}} = 5,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_2 = \frac{1}{5,06} = 0,198 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

3. vrstva stejnorodá

$$R_3 = \frac{0,026}{0,110} = 0,24 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R'' = 0,24 + 0,198 + 0,24 = 0,678 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R = \frac{0,738 + 2 \cdot 0,678}{3} = 0,698 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

$$R_T = 0,10 + 0,698 + 0,04 = 0,838 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$$

### C.2.2 Stanovení součinitele prostupu tepla jednotlivých konstrukcí

**Tepelný odpor stavební konstrukce:  $R$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]**

$$R = \Sigma R_j$$

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

$R_j$  tepelný odpor  $j$ -té vrstvy

$d_j$  tloušťka konstrukce [m]

$\lambda_j$  návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálů [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

**Tepelný odpor při prostupu tepla:  $R_T$  [ $\text{m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ ]**

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

$R_{si}$  odpor při přestupu tepla na vnitřní straně

$R_{se}$  odpor při přestupu tepla na vnější straně

**Součinitel prostupu tepla:  $U$  [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]**

$$U = \frac{1}{R_T} \leq U_N$$

$U_N$  požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$ ]

### Výpočet součinitele prostupu tepla U stropní konstrukce mezi 1.NP a suterénem

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	TERACOVÁ DLAŽBA	0,025	1,01	0,025
2.	LEPÍCÍ TMEL	0,005	0,22	0,023
3.	BETONOVÁ MAZANINA	0,05	1,29	0,039
4.	SEPARAČNÍ FOLIE	-	-	-
5.	TEPELNÁ IZOLACE	0,1	0,033	3,030
6.	CIHLA PLNÁ PÁLENÁ	0,3	0,85	0,353
7.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
8.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	3,490	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	3,700	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,27	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,27 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,015	1,01	0,015
2.	LEPÍCÍ TMEL	0,005	0,22	0,023
3.	BETONOVÁ MAZANINA	0,05	1,29	0,039
4.	SEPARAČNÍ FOLIE	-	-	-
5.	TEPELNÁ IZOLACE	0,11	0,033	3,333
6.	CIHLA PLNÁ PÁLENÁ	0,3	0,85	0,353
7.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
8.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	3,783	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	3,993	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,25	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,25 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	BETONOVÁ MAZANINA	0,07	1,29	0,054
2.	SEPARAČNÍ FOLIE	-	-	-
3.	TEPELNÁ IZOLACE	0,11	0,033	3,333
4.	CIHLA PLNÁ PÁLENÁ	0,3	0,85	0,353
5.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
6.	NÁTĚR	-	-	-

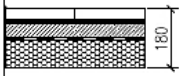
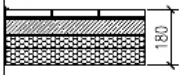
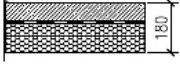
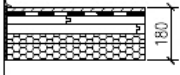
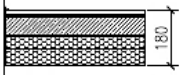
R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	3,761	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	3,971	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,25	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,25 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

**Tabulka 1. Skladby stropní konstrukce mezi 1.NP a suterénem**

OZN	SCHEMA	SKLADBA	TLOUŠTKY VRSTEV (mm)	MÍSTNOSTI	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
P1		1.TERACOVÁ DLAŽBA 2.LEPICI TMEL NA BÁZI CEMENTU 3.BETONOVÁ MAZANINA 4.SEPARAČNÍ FOLIE 5.TEPELNÁ IZOLACE 6.CIHLA PLNÁ PÁLENÁ 7.OMÍTKA 8.NATĚR	25 5 50 – 100 300 20 –	1NP–117	1,010 0,220 1,290 – 0,033 0,850 0,990 –
P2		1.KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO 2.LEPICI TMEL NA BÁZI CEMENTU 3.BETONOVÁ MAZANINA 4.SEPARAČNÍ FOLIE 5.TEPELNÁ IZOLACE 6.CIHLA PLNÁ PÁLENÁ 7.OMÍTKA 8.NATĚR	15 5 50 – 60+50=110 300 20 –	1NP–101,102,104,113,114,115, 116,118,19,120,121,122,123, 124,125,126,127,128,129,130 131,132,133	1,010 0,220 1,290 – 0,033 0,850 0,990 –
P3		1.BETONOVÁ MAZANINA 2.SEPARAČNÍ FOLIE 3.TEPELNÁ IZOLACE 4.CIHLA PLNÁ PÁLENÁ 5.OMÍTKA 6.NATĚR	70 – 110 300 20 –	1NP–103	1,290 – 0,033 0,850 0,990 –
P4		1.LAMINÁTOVÁ PODLAHA 2.PĚNOVÁ FOLIE PE, MIRELON 3.DTD P+D DESKY POKLÁDKOVÉ 4.TEPELNÁ IZOLACE 5.CIHLA PLNÁ PÁLENÁ 6.OMÍTKA 7.NATĚR	10 3 2x18 80+50=130 300 20 –	1NP–134,135	0,25 0,046 0,110 0,033 0,850 0,990 –
P5		1.ANTISTATICKÉ PVC 2.DISPERZNÍ LEPIDLO NA PVC 3.BETONOVÁ MAZANINA 4.SEPARAČNÍ FOLIE 5.TEPELNÁ IZOLACE 6.CIHLA PLNÁ PÁLENÁ 7.OMÍTKA 8.NATĚR	3 2 65 – 110 300 20 –	1NP–105,106,07,108,109,110, 111,112	0,051 0,670 1,290 – 0,033 0,850 0,990 –

# Výpočet součinitele prostupu tepla U stropní konstrukce mezi 1.NP a suterénem - pokračování

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	LAMINÁTOVÁ PODLAHA	0,01	0,25	0,040
2.	PĚNOVÁ FILOE PE	0,003	0,046	0,065
3.	DTD P+D DESKY	0,036	0,11	0,327
4.	TEPELNÁ IZOLACE	0,13	0,033	3,939
5.	CIHLA PLNÁ PÁLENÁ	0,3	0,85	0,353
6.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
7.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	4,745	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	4,955	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,20	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,20 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	ANTISTATICKÉ PVC	0,003	0,051	0,059
2.	DISPERZNÍ LEPIDLO	0,002	0,67	0,003
3.	BETONOVÁ MAZANINA	0,065	1,29	0,050
4.	SEPARAČNÍ FOLIE	-	-	-
5.	TEPELNÁ IZOLACE	0,11	0,033	3,333
6.	CIHLA PLNÁ PÁLENÁ	0,3	0,85	0,353
7.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
8.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	3,819	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	4,029	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,248	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,248 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Výpočet součinitele prostupu tepla U stropní konstrukce mezi 1.NP a 2.NP

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	KERAMICKÁ DLAŽBA	0,015	1,01	0,015
2.	LEPÍČÍ TMEL	0,005	0,22	0,023
3.	BETONOVÁ MAZANINA	0,05	1,29	0,039
4.	SEPARAČNÍ FOLIE	-	-	-
5.	TEPELNÁ IZOLACE	0,13	0,033	3,939
6.	DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ STROP	-	-	0,838
7.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
8.	NÁTĚR	-	-	-

SMĚR TEPELNÉHO TOKU: ↓		
R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
SMĚR TEPELNÉHO TOKU: ↑		
R <sub>si</sub> =	0,1	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,1	m <sup>2</sup> .K/W

↓	ΣR=	4,874	m <sup>2</sup> .K/W
	R <sub>T</sub> =	5,214	m <sup>2</sup> .K/W
	U=	0,19	W/m <sup>2</sup> .K
↑	R <sub>T</sub> =	5,074	m <sup>2</sup> .K/W
	U=	0,20	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,20 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	LAMINÁTOVÁ PODLAHA	0,01	0,25	0,040
2.	PĚNOVÁ FOLIE PE	0,003	0,046	0,065
3.	DTD P+D DESKY	0,036	0,11	0,327
4.	TEPELNÁ IZOLACE	0,15	0,033	4,545
5.	DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ STROP	-	-	0,838
6.	OMÍTKA	0,02	0,99	0,020
7.	NÁTĚR	-	-	-

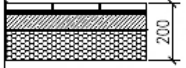

SMĚR TEPELNÉHO TOKU: ↓		
R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,17	m <sup>2</sup> .K/W
SMĚR TEPELNÉHO TOKU: ↑		
R <sub>si</sub> =	0,1	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,1	m <sup>2</sup> .K/W

↓	ΣR=	5,836	m <sup>2</sup> .K/W
	R <sub>T</sub> =	6,176	m <sup>2</sup> .K/W
	U=	0,16	W/m <sup>2</sup> .K
↑	R <sub>T</sub> =	6,036	m <sup>2</sup> .K/W
	U=	0,17	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$0,17 \leq 0,6 \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Tabulka 2. Skladby podlah mezi 1.NP a 2.NP

OZN	SCHEMA	SKLADBA	TLOUŠŤKY VRSTEV (mm)	MÍSTNOSTI	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
P6		1.KERAMICKÁ DLAŽBA RAKO 2.LEPÍČÍ TMEL NA BÁZI CEMENTU 3.BETONOVÁ MAZANINA 4.SEPARAČNÍ FOLIE 5.TEPELNÁ IZOLACE 6.DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ STROP 7.OMÍTKA 8.NÁTĚR	15 5 50 - 130 332 20 -	2NP-201,202,203,204,208,209, 212,213,214,215,220,221,223, 224,225,232,233	1,010 0,220 1,290 - 0,033 R=0,838 0,990 -
P7		1.LAMINÁTOVÁ PODLAHA 2.PĚNOVÁ FOLIE PE, MIRELON 3.DTD P+D DESKY POKLÁDKOVÉ 4.TEPELNÁ IZOLACE 5.DŘEVĚNÝ TRÁMOVÝ STROP 6.OMÍTKA 7.NÁTĚR	10 3 2x18 150 332 20 -	2NP-205,206,207,210,211,216,217, 218,219,222,226,227,228,229, 230,231	0,25 0,046 0,110 0,033 R=0,838 0,990 -

# Výpočet součinitele prostupu tepla U obvodové stěny

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	FASÁDNÍ OMÍTKA	0,005	0,7	0,007
2.	LEPIDLO+PENETRACE	0,005	0,6	0,008
3.	TEPELNÁ IZOLACE	0,15	0,036	4,167
4.	LEPIDLO	0,002	0,6	0,003
5.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,65	0,85	0,765
6.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
7.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

ΣR=	4,969	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	5,139	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,19	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
0,19 ≤ 0,3 VYHOVUJE

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	FASÁDNÍ OMÍTKA	0,005	0,7	0,007
2.	LEPIDLO+PENETRACE	0,005	0,6	0,008
3.	TEPELNÁ IZOLACE	0,15	0,036	4,167
4.	LEPIDLO	0,002	0,6	0,003
5.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,575	0,85	0,676
6.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
7.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

ΣR=	4,880	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	5,050	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,20	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
0,20 ≤ 0,3 VYHOVUJE

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	FASÁDNÍ OMÍTKA	0,005	0,7	0,007
2.	LEPIDLO+PENETRACE	0,005	0,6	0,008
3.	TEPELNÁ IZOLACE	0,15	0,036	4,167
4.	LEPIDLO	0,002	0,6	0,003
5.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,55	0,85	0,647
6.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
7.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

ΣR=	4,851	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	5,021	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,20	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
0,20 ≤ 0,3 VYHOVUJE

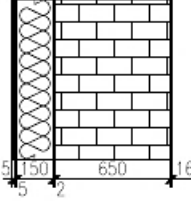
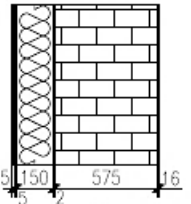
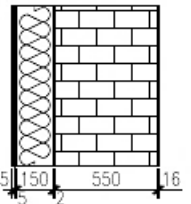
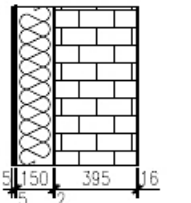
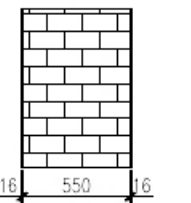
	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	FASÁDNÍ OMÍTKA	0,005	0,7	0,007
2.	LEPIDLO+PENETRACE	0,005	0,6	0,008
3.	TEPELNÁ IZOLACE	0,15	0,036	4,167
4.	LEPIDLO	0,002	0,6	0,003
5.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,395	0,85	0,465
6.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
7.	NÁTĚR	-	-	-

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,04	m <sup>2</sup> .K/W

ΣR=	4,669	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	4,839	m <sup>2</sup> .K/W
U=	0,21	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
0,21 ≤ 0,3 VYHOVUJE

**Tabulka 3. Skladby obvodové stěny**

OZN	SCHEMA	SKLADBA	TLOUŠTKY VRSTEV (mm)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
S1		1.FASÁDNÍ OMÍTKA 2.LEPIDLO+PENETRACE 3.TEPELNÁ IZOLACE 4.LEPIDLO 5.ZDÍČÍ PRVEK Z CPP 6.OMÍTKA VÁPENNÁ 7.NÁTĚR	5 5 150 2 650 16 –	0,7 0,6 0,036 0,6 0,85 0,87 –
S2		1.FASÁDNÍ OMÍTKA 2.LEPIDLO+PENETRACE 3.TEPELNÁ IZOLACE 4.LEPIDLO 5.ZDÍČÍ PRVEK Z CPP 6.OMÍTKA VÁPENNÁ 7.NÁTĚR	5 5 150 2 575 16 –	0,7 0,6 0,036 0,6 0,85 0,87 –
S3		1.FASÁDNÍ OMÍTKA 2.LEPIDLO+PENETRACE 3.TEPELNÁ IZOLACE 4.LEPIDLO 5.ZDÍČÍ PRVEK Z CPP 6.OMÍTKA VÁPENNÁ 7.NÁTĚR	5 5 150 2 550 16 –	0,7 0,6 0,036 0,6 0,85 0,87 –
S4		1.FASÁDNÍ OMÍTKA 2.LEPIDLO+PENETRACE 3.TEPELNÁ IZOLACE 4.LEPIDLO 5.ZDÍČÍ PRVEK Z CPP 6.OMÍTKA VÁPENNÁ 7.NÁTĚR	5 5 150 2 395 16 –	0,7 0,6 0,036 0,6 0,85 0,87 –
SN1		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍČÍ PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	– 16 550 16 –	– 0,87 0,85 0,87 –



### Výpočet součinitele prostupu tepla U vnitřní stěny

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,1	0,85	0,118
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,154	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,414	m <sup>2</sup> .K/W
U=	2,41	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$2,41 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,125	0,85	0,147
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,184	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,444	m <sup>2</sup> .K/W
U=	2,25	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$2,25 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,15	0,85	0,176
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,213	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,473	m <sup>2</sup> .K/W
U=	2,11	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$2,11 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

### Výpočet součinitele prostupu tepla U vnitřní stěny - pokračování

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,2	0,85	0,235
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,272	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,532	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,88	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$1,88 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,25	0,85	0,294
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,331	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,591	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,69	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$1,69 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,3	0,85	0,353
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,390	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,650	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,54	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$1,54 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,32	0,85	0,376
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,413	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,673	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,49	W/m <sup>2</sup> .K

$$U \leq U_N$$

$$1,49 \leq 2,7 \quad \text{VYHOVUJE}$$

# **Výpočet součinitele prostupu tepla U vnitřní stěny - pokračování**

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,35	0,85	0,412
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,449	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,709	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,41	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
1,41 ≤ 2,7 VYHOVUJE

	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,5	0,85	0,588
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

$\Sigma R$ =	0,625	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,885	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,13	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
1,13 ≤ 2,7 VYHOVUJE

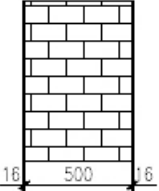
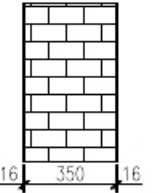
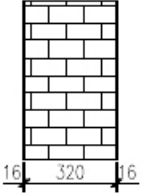
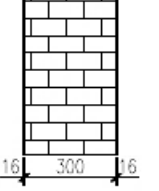
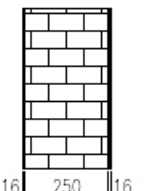
	SKLADBA	d (m)	$\lambda$ (W/m.K)	R (m <sup>2</sup> .K/W)
1.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018
2.	ZDÍČÍ PRVEK Z CPP	0,55	0,85	0,647
3.	OMÍTKA VÁPENNÁ	0,016	0,87	0,018

R <sub>si</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>se</sub> =	0,13	m <sup>2</sup> .K/W

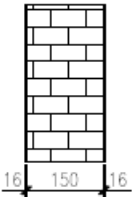
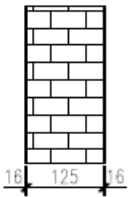
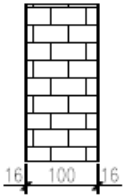
$\Sigma R$ =	0,684	m <sup>2</sup> .K/W
R <sub>T</sub> =	0,944	m <sup>2</sup> .K/W
U=	1,06	W/m <sup>2</sup> .K

U ≤ U<sub>N</sub>  
1,06 ≤ 2,7 VYHOVUJE

**Tabulka 4. Skladby vnitřní stěny**

OZN	SCHEMA	SKLADBA	TLOUŠŤKY VRSTEV (mm)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
SN2		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	— 16 500 16 —	— 0,87 0,85 0,87 —
SN3		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	— 16 350 16 —	— 0,87 0,85 0,87 —
SN4		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	— 16 320 16 —	— 0,87 0,85 0,87 —
SN5		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	— 16 300 16 —	— 0,87 0,85 0,87 —
SN6		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	— 16 250 16 —	— 0,87 0,85 0,87 —

**Tabulka 5. Skladby vnitřní stěny-pokračování**

OZN	SCHEMA	SKLADBA	TLOUŠTKY VRSTEV (mm)	$\lambda$ (W/m <sup>2</sup> .K)
SN7		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	– 16 150 16 –	– 0,87 0,85 0,87 –
SN8		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	– 16 125 16 –	– 0,87 0,85 0,87 –
SN9		1.NÁTĚR 2.OMÍTKA VÁPENNÁ 3.ZDÍCI PRVEK Z CPP 4.OMÍTKA VÁPENNÁ 5.NÁTĚR	– 16 100 16 –	– 0,87 0,85 0,87 –

### C.2.3 Stanovení součinitele prostupu tepla otvory

Součinitel prostupu tepla okny:  $U_w$  [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>]

$$U_w = \frac{\Sigma A_f \cdot U_f + \Sigma A_g \cdot U_g + \Sigma I_g \cdot \psi_g}{\Sigma A_f + \Sigma A_g}$$

$A_f$  plocha rámu [m<sup>2</sup>]

$U_f$  součinitel prostupu tepla rámu [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>]

$A_g$  plocha zasklení [m<sup>2</sup>]

$U_g$  součinitel prostupu tepla zasklením [W.m<sup>-2</sup>.K<sup>-1</sup>]

$I_g$  celkový viditelný obvod zasklení [m]

$\Psi_g$  lineární činitel prostupu tepla [W.m<sup>-1</sup>.K<sup>-1</sup>]

**Tabulka 6. Specifikace oken [46]**

profil	rám	$U_f$	$U_w$	zasklení	$U_g$	$\psi_g$	plyn	$Rw_g$	$t_v$	$U_w$	$U_f$
SOLID COMFORT <b>SC78</b>	smrk	1,14	1,19	dvojsklo	1,1	0,032	argon	32	64	83	<b>1,10</b>
SOLID COMFORT <b>SC78</b>	smrk	1,14	0,85	trojsklo	0,6	0,034	argon	34	54	74	<b>0,82</b>
SOLID COMFORT <b>SC92</b>	smrk	0,93	0,71	trojsklo SWS U	0,5	0,029	argon	34	54	74	<b>0,70</b>
SOLID COMFORT <b>SC92</b>	smrk	0,93	0,78	trojsklo SWS U	0,6	0,029	argon	34	62	73	<b>0,70</b>
SOLID COMFORT <b>SC92</b>	smrk	0,93	0,77	dvojsklo HM	0,5	0,054	argon				<b>0,70</b>
SOLID COMFORT <b>SC92</b>	smrk	0,93	0,63	dvojsklo HM	0,3	0,054	krypton		42,5	60	<b>0,70</b>
SOLID COMFORT <b>SC92-C</b>	smrk	0,92	0,71	trojsklo SWS U	0,5	0,029	argon	34	54	74	
SOLID COMFORT <b>SC92-PLUS</b>	smrk	0,87	0,69	trojsklo SWS U	0,5	0,029	argon	34	54	74	
<b>PROGRESSION</b>	smrk-TW	0,82	0,68	trojsklo SWS U	0,5	0,026	argon	34	54	74	<b>0,61</b>
<b>PROGRESSION</b>	smrk-TW	0,82		trojsklo SWS U	0,6	0,026	argon	34	62	73	<b>0,69</b>
<b>INSPIRO</b>	smrk			trojsklo SWS U	0,5	0,029	argon	34	54	74	<b>0,63</b>
<b>INSPIRO</b>	smrk			trojsklo SWS U	0,6	0,029	argon	34	62	73	<b>0,71</b>
dřevohliník <b>HA110</b>	smrk			trojsklo SWS U	0,5	0,029	argon	34	54	74	<b>0,72</b>

Okno O1: 1200x2500 mm

$$U_w = \frac{0,759 \cdot 1,14 + 2,24 \cdot 0,6 + 6,528 \cdot 0,034}{0,759 + 2,24} = 1,42 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Okno O2: 1000x2100 mm

$$U_w = \frac{0,628 \cdot 1,14 + 1,47 \cdot 0,6 + 5,328 \cdot 0,034}{0,628 + 1,47} = 0,85 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

Okno O3: 350x2500 mm

$$U_w = \frac{0,57 \cdot 1,14 + 0,3 \cdot 0,6 + 4,828 \cdot 0,034}{0,57 + 0,3} = 1,12 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}$$

**Tabulka 7. Součinitel prostupu tepla dveřmi**

ozn.	popis	rozměr [mm]	Součinitel prostupu tepla dveřmi $U_D [\text{W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1}]$
D1	dveře ochlazované	1500x3350	0,65
D2	dveře ochlazované	1500x3100	0,65
D3	dveře ochlazované	1000x2050	0,65
D4	dveře ochlazované	2270x3350	0,81
D5	dveře ochlazované	1450x3350	0,81
D6	dveře vnitřní	-	2,00

### C.2.4 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností

Přesný výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností byl proveden dle ČSN EN 12931 Tepelné soustavy v budovách – Výpočet tepelného výkonu. Podrobný výpočet viz příloha P1.

**Tabulka 8. Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností**

Místnost	Tepelný výkon pro tepelné ztráty prostupem $\Phi_{T,i}$ (W)	Tepelný výkon pro tepelné ztráty větráním $\Phi_{V,i}$ (W)	Celkový tepelný výkon $\Phi_{HL,i}$ (W)
101 - schodiště	-238,69	164,56	-74,13
102 - WC	118,32	27,54	145,86
103 - sklad	80,92	143,21	224,13
104 - prádelna	435,79	121,86	557,65
105 - rozvodna NN SŽDC	277,98	145,04	423,02
106 - technická místnost	6,22	86,29	92,52
107 - napájecí místnost	363,86	216,65	580,51
108 - stavební ústředna	294,57	624,24	918,81
109 - dopravní kancelář	768,41	702,85	1471,26
110 - chodba	272,09	75,28	347,36
111 - sdělovací místnost	-93,65	135,86	42,22
112 - pokladna	599,59	263,3	862,89
113 - šatna	458,67	341,63	800,3
114 - předsín	73,98	58,75	132,73
115 - WC	19,00	31,12	50,12
116 - sprcha	297,95	33,05	331
117 - vestibul	433,68	993,28	1427,0
118 - úklidová místnost	-103,69	26,25	-77,43
119 - předsín imobilní dámy	-71,78	55,08	-16,7
120 - WC imobilní dámy	-72,18	56,92	-15,26
121 - WC- páni	-21,4	25,34	3,93
122 - pisoáry	136,42	42,23	178,65
123 - předsín WC páni	40,41	42,23	82,64
124 - chodba	155,3	225,83	381,13
125 - bez využití	59,59	418,61	478,2
126 - bez využití	125,49	170,75	296,24
127 - schodiště	-493,74	164,56	-329,18
128 - předsín	120,03	23,87	143,9
129 - WC	50,81	23,87	74,68
130 - komora	94,03	21,76	115,79
131 - koupelna	640,61	217,87	858,48
132 - předsín	102,44	65,28	167,72
133 - kuchyň	232,7	391,68	624,38
134 - chodba	488,7	193,66	682,36
135 - obývací pokoj	653,14	589,7	1242,84
136 - ložnice	570,59	583,17	1153,76

**Tabulka 9. Přehled tepelných ztrát jednotlivých místností – pokračování**

201 - schodiště	-488,61	179,52	-309,1
202 - předsíň	44,8	38,52	83,32
203 - koupelna + WC	251	100,61	351,61
204 - kuchyň	293,52	200,63	494,15
205 - pokoj	278,22	291,58	569,8
206 - pokoj	355,27	326,4	681,67
207 - pokoj	114,65	285,06	399,7
208 - nocležna - předsíň	30,58	52,22	82,81
209 - nocležna - sprcha, WC	287,1	97,92	385,02
210 - nocležna - pokoj	103,61	224,35	327,95
211 - nocležna - pokoj	210,09	332,93	543,02
212 - předsíň	61,22	89,22	150,44
213 - koupelna	509,09	100,37	609,46
214 - WC	-59,76	61,15	1,39
215 - kuchyň	177,38	304,64	482,02
216 - pokoj	202,42	382,98	585,39
217 - obývací pokoj	456,05	805,12	1261,17
218 - ložnice	228,76	382,98	611,74
219 - dětský pokoj	413,08	750,72	1163,8
220 - schodiště	-582,95	184,01	-398,95
221 - WC	77,19	29,38	106,56
222 - předsíň	-31,95	56,58	24,63
223 - předsíň	185,98	36,72	222,7
224 - pokoj	358,64	269,82	628,46
225 - kuchyň	129,51	295,94	425,45
226 - koupelna, WC	200,57	75,89	276,76
227 - obývací pokoj	327,73	615,81	943,54
228 - pokoj	210,42	376,45	586,87
229 - ložnice	205,23	369,92	575,15
230 - ložnice	196,69	330,75	527,44
231 - obývací pokoj	293,47	530,94	824,42
232 - koupelna, WC	484,29	129,74	614,04
233 - předsíň	1,79	69,63	71,41
<b>CELKEM</b>			<b>28283,17</b>

Vysvětlivky:



místnosti bez tepelných ztrát



místnosti s technologickým zařízením



### C.3 Energetický štítek obálky budovy

## PROTOKOL K ENERGETICKÉMU ŠTÍTKU OBÁLKY BUDOVY

(zpracovaný podle ČSN 73 0540-2/2011)

### Identifikační údaje

Druh stavby Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Katastrální území a katastrální číslo Provozovatel, popř. budoucí provozovatel	Dražní budova Moravské Bránice 89, 664 64 Moravské Bránice, 607
Vlastník nebo společenství vlastníků, popř. stavebník Adresa (místo, ulice, číslo, PSČ) Telefon / E-mail	Obec Moravské Bránice  Moravské Bránice 325, 664 64

### Charakteristika budovy

Objem budovy $V$ - vnější objem vytápěné zóny budovy, nezahrnuje lodžie, římsy, atiky a základy	4363 m <sup>3</sup>
Celková plocha $A$ - součet vnějších ploch ochlazovaných konstrukcí ohraničujících objem budovy	1983 m <sup>2</sup>
Geometrická charakteristika budovy $A / V$	0,45 m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>
Převažující vnitřní teplota v otopném období $\vartheta_{\text{in}}$ Vnější návrhová teplota v zimním období $\vartheta_e$	20 °C -12 °C

## Měrná tepelná ztráta a průměrná součinitel prostupu tepla

	Referenční budova (stanovení požadavku)				Hodnocená budova			
Konstrukce	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla	Plocha	Součinitel prostupu tepla	Redukční činitel	Měrná ztráta prostupem tepla
	A	U	b	H <sub>T</sub>	A	U	b	H <sub>T</sub>
		(požadovaná hodnota podle ČSN 73 0540-2/2011)						
	[m²]	[W/(m².K)]	[-]	[W/K]	[m²]	[W/(m².K)]	[-]	[W/K]
SO 01-tl. 650 mm	563,55	0,3	1	169,07	563,53	0,19	1	107,08
SO 02-tl. 575 mm	35,40	0,3	1	10,62	35,4	0,2	1	7,08
SO 03-tl. 550 mm	58,0	0,3	1	17,40	58	0,2	1	11,6
SO 04-tl. 395 mm	16,8	0,3	1	5,04	16,8	0,21	1	3,53
PDL 01-ker. dlažba	151,68	0,6	0,47	42,77	151,68	0,25	0,47	17,82
PDL 02-mazanina	7,8	0,6	0,47	2,20	7,8	0,25	0,47	0,92
PDL 03-ant. PVC	114,3	0,6	0,47	32,23	114,3	0,248	0,47	13,32
PDL 04-laminát	53,9	0,6	0,47	15,20	53,9	0,20	0,47	5,07
PDL 05-teraco dl.	54,1	0,6	0,47	15,26	54,1	0,27	0,47	6,87
STR 01	381,78	0,3	0,81	92,77	381,87	0,135	0,81	41,75
O1	63,0	1,5	1	94,5	63,0	1,42	1	89,46
O2	54,6	1,5	1	81,9	54,6	0,85	1	46,41
O3	1,76	1,5	1	2,64	1,76	1,12	1	1,97
D1	15,08	1,7	1	25,63	15,08	0,65	1	9,80
D2	4,65	1,7	1	7,91	4,64	0,65	1	3,02
D3	7,6	1,7	1	12,92	7,6	0,81	1	6,16
D4	4,86	1,5	1	8,26	4,86	0,81	1	3,94
Celkem	1588,86			636,32	1588,86			375,8
Tepelné vazby		0,02		12,73	0,05		18,79	
Celková měrná ztráta prostupem tepla				649,05			394,59	
Průměrný součinitel prostupu tepla podle 5.3.4 a tabulky 5		max. U <sub>em</sub> pro A/V 0,45		požadovaná hodnota:				
				0,41				0,25
		75% z požadované hodnoty =		doporučená hodnota:				
				0,308				
Klasifikační třída obálky budovy podle přílohy C					0,61	Třída B		

**Stanovení prostupu tepla obálkou budovy**

Měrná ztráta prostupem tepla $H_T$	W/K	<b>392,52</b>
Průměrný součinitel prostupu tepla $U_{em} = H_T / A$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,25</b>
Doporučený součinitel prostupu tepla $U_{em, N rc}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,308</b>
Požadovaný součinitel prostupu tepla $U_{em, N rq}$	W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>0,41</b>

**Klasifikační třídy prostupu tepla obálkou hodnocené budovy**

Hranice klasifikačních tříd	Klasifikační ukazatel $CI$ pro hranice klasifikačních tříd	$U_{em}$ [W/(m <sup>2</sup> ·K)] pro hranice klasifikačních tříd	
		Obecně	Pro hodnocenou budovu
A	<b>0,50</b>	0,5. $U_{em,N}$	<b>0,205</b>
B	<b>0,75</b>	0,75. $U_{em,N}$	<b>0,308</b>
C	<b>1,0</b>	1. $U_{em,N}$	<b>0,411</b>
D	<b>1,5</b>	1.5. $U_{em,N}$	<b>0,617</b>
E	<b>2,0</b>	2. $U_{em,N}$	<b>0,822</b>
F	<b>2,5</b>	2,5. $U_{em,N}$	<b>1,03</b>
G	<b>&gt; 2,5</b>	> 2,5. $U_{em,N}$	-

Klasifikace: B-Úsporná

Datum vystavení energetického štítku obálky budovy: 11.2.2020

Zpracovatel energetického štítku obálky budovy:

IČO:








Zpracovala:

Eliška Panáková

Podpis:

.....

Tento protokol a energetický štítek obálky budovy odpovídá směrnici evropského parlamentu a rady č. 2002/91/ES a prEN 15217. Byl vypracován v souladu s ČSN 73 0540-2/2011 a podle projektové dokumentace stavby dodané objednatelem.

ENERGETICKÝ ŠTÍTEK OBÁLKY BUDOVY						
Moravské Bránice 89, 664 64 Moravské Bránice				Hodnocení obálky budovy		
Celková podlahová plocha $A_c = 380,61 \text{ m}^2$				stávající	doporučení	
CI	Velmi úsporná					
0,5						
0,75						
1,0						
1,5						
2,0						
2,5						
Mimořádně ne hospodárná						
klasifikace				B		
Průměrný součinitel prostupu tepla obálky budovy $U_{em}$ ve $W/(m^2.K)$ $U_{em} = H_T/A$				0,25	-	
Požadovaná hodnota průměrného součinitele prostupu tepla obálky budovy podle ČSN 730540-2 $U_{em,N}$ ve $W/(m^2.K)$				0,41	-	
Klasifikační ukazatele CI a jim odpovídající hodnoty $U_{em}$						
CI	0,50	0,75	1,00	1,50	2,0	2,50
$U_{em}$	0,205	0,308	0,411	0,617	0,822	1,03
Platnost štítku do				Datum 11.2.2020		
Štítek vypracoval				Eliška Panáková		

#### **C.4 Návrh otopných ploch**

Vzhledem k účelu a dispozici výpravní budovy jsou zde navržena klasická desková otopná tělesa od firmy Korado. Otopná tělesa jsou v provedení ventil kompakt s pravým spodním připojením. V místnostech č. 203, 209, 213, 232 jsou navržena trubková tělesa s rovnými profily se spodním krajním připojením taktéž od firmy Korado. Teplotní spád otopné soustavy je 60/50 °C.

Z důvodu bezpečnosti technologie provozního zázemí, tj. v místnostech 105, 107, 108, 111, jsou zde navrženy elektrické topné panely s akumulací a s elektronickým termostatem od firmy Mirava pro pokrytí tepelných ztrát.

## Tabulka 10. Návrh otopných těles

TEPLOTNÍ ROZDÍL ( $t_{w1}/t_{w2}$ ): 60/50

ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	$t_i$	TEPELNÁ ZTRÁTA MÍSTNOSTI $Q_{hi,j}$ (W)	TYP OTOPNÉHO TĚLESA	VÝKON OTOPNÉHO TĚLESA 75/65-20°C	VÝKON OTOPNÉHO TĚLESA $t_{w1}/t_{w2}$ a $t_i$	$q_{z1..z2.z3}$	SKUTEČNÝ VÝKON TĚLESA $Q_{skut}$ (W)
101	schodiště	10°C	-74,3					
102	WC	15°C	145,86					
103	sklad	15°C	224,13+145,86	RADIK 10 VK 1000/500	514	384	1.1.1.1	384
104	prádelna	20°C	557,65	RADIK 20 VK 1200/500	1006	633	1.1.1.0,9	569,7
105	rozvodna NN SŽDC	15°C	423,02					
106	technická místnost	15°C	92,52					
107	napájecí místnost	15°C	580,51					
108	stavební ústředna	15°C	918,81					
109	dopravní kancelář	20°C	1471,26	RADIK 11 VK 1200/600 RADIK 11 VK 1100/700	1202 1253	753 784	1.1.1.1 1.1.1.0,95	1497,8
110	chodba	15°C	347,36	RADIK 11 VK 900/300	494	368	1.1.1.1	368
111	sdělovací místnost	15°C	42,22					
112	pokladna	20°C	862,89	RADIK 21 VK 1100/600	1344	881	1.1.1.1	881
113	šatna	20°C	800,3	RADIK 21 VK 1200/500	1340	834	1.1.1.1	834
114	předsín	20°C	132,73					
115	WC	20°C	50,12					
116	sprcha	24°C	331,00+132,73 +50,12	RADIK 22 VK 600/700	1138	599	1.1.1.0,9	539,1
117	vestibul	15°C	1426,95	RADIK 22 VK 1200/300 RADIK 22 VK 1200/300	1138 1138	721 721	1.1.1.1 1.1.1.1	1442
118	úklidová místnost	15°C	-77,43					
119	předsín imobilní dámy	15°C	-16,7					
120	WC imobilní dámy	15°C	-15,26					
121	WC- páni	15°C	3,93					
122	pisárny	15°C	178,65					
123	předsín WC páni	15°C	82,64					
124	chodba	15°C	387,27+178,7+ 3,93+82,64	RADIK 20 VK 1100/500	922 922	690	1.1.1.0,95	655,5
125	bez využití	15°C	478,2	RADIK 11 VK 1200/300	659	491	1.1.1.1	491
126	bez využití	15°C	296,24	RADIK 10 VK 800/500	411	307	1.1.1.1	307
127	schodiště	10°C	-329,18					
128	předsín	15°C	143,90+74,68+ 115,79	RADIK 11 VK 500/700	542	407	1.1.1.0,9	366,3
129	WC	15°C	74,68					
130	komora	20°C	115,79					
131	koupelna	24°C	858,48+167,72	RADIK 22 VK 1200/600	2015	1064	1.1.1.1	1064
132	předsín	20°C	167,72					
133	kuchyň	20°C	624,38	RADIK 11 VK 1200/500	1030	645	1.1.1.1	645
134	chodba	20°C	682,36	RADIK 11 VK 1100/600	1102	690	1.1.1.1	690
135	obývací pokoj	20°C	1242,8	RADIK 20 VK 1200/500 RADIK 20 VK 1200/500	1006 1006	633 633	1.1.1.1 1.1.1.1	1266
136	ložnice	20°C	1153,8	RADIK 11 VK 1100/500 RADIK 11 VK 1100/500	944 944	591 591	1.1.1.1 1.1.1.1	1182
201	schodiště	10°C	-309,1					
202	předsín	20°C	83,32					
203	koupelna + WC	24°C	351,61+83,32	LINEAR CLASIC 750/1500	913	507	1.1.1.0,9	456,3
204	kuchyň	20°C	494,15	RADIK 21 VK 1100/300	820	512	1.1.1.1	512
205	pokoj	20°C	569,8	RADIK 11 VK 1200/500	1030	635	1.1.1.1	635
206	pokoj	20°C	681,67	RADIK 21 VK 1200/400	1124	701	1.1.1.1	701
207	pokoj	20°C	399,7	RADIK 10 VK 1100/600	664	418	1.1.1.1	418
208	noční - předsín	20°C	82,81					
209	noční - sprcha, WC	24°C	385,02+82,81	LINEAR CLASIC 600/1820	934	518	1.1.1.0,9	466,2
210	noční - pokoj	20°C	327,95	RADIK 10 VK 900/600	544	343	1.1.1.1	343
211	noční - pokoj	20°C	543,02	RADIK 11 VK 900/600	902	565	1.1.1.1	565
212	předsín	20°C	150,44					
213	koupelna	24°C	609,46	LINEAR COMFORT 750/1820	1213	665	1.1.1.0,95	632,7
214	WC	20°C	1,39					
215	kuchyň	20°C	482,02+150,44 +1,39	RADIK 21 VK 1000/500	1117	696	1.1.1.0,95	661,2
216	pokoj	20°C	585,39	RADIK 20 VK 1000/600 RADIK 11 VK 1200/500	978 1030	615 645	1.1.1.1 1.1.1.1	615
217	obývací pokoj	20°C	1261,17	RADIK 11 VK 1200/500	1030	645	1.1.1.1	1290
218	ložnice	20°C	611,74	RADIK 21 VK 1100/400	1031	643	1.1.1.1	643
219	dětský pokoj	20°C	1163,8	RADIK 20 VK 1000/600 RADIK 20 VK 1000/600	978 978	615 615	1.1.1.1 1.1.1.1	1230
220	schodiště	10°C	-398,95					
221	WC	15°C	106,56					
222	předsín	15°C	24,63+106,56	RADIK 10 VK 400/500	206	154	1.1.1.0,9	138,6
223	předsín	20°C	222,7					
224	pokoj	20°C	628,46	RADIK 11 VK 1100/700	1253	784	1.1.1.1	784
225	kuchyň	20°C	425,45	RADIK 10 VK 1200/600	725	457	1.1.1.1	457
226	koupelna, WC	24°C	276,46+222,7	RADIK 33 VK 500/500	1040	551	1.1.1.0,95	523,45
227	obývací pokoj	20°C	943,54	RADIK 20 VK 1000/500 RADIK 11 VK 1100/400	838 779	488 527	1.1.1.1 1.1.1.1	1015
228	pokoj	20°C	586,87	RADIK 20 VK 1000/600	978	615	1.1.1.1	615
229	ložnice	20°C	575,15	RADIK 20 VK 1000/600	978	615	1.1.1.1	615
230	ložnice	20°C	527,44	RADIK 21 VK 1200/300	894	558	1.1.1.1	558
231	obývací pokoj	20°C	824,42	RADIK 11 VK 1000/700 RADIK 11 VK 1000/700	1139 1139	437 437	1.1.1.1 1.1.1.1	864
232	koupelna, WC	24°C	614,04+71,41	LINEAR MAX 750/1810	1367	755	1.1.1.0,95	717,25
233	předsín	20°C	71,41					

Vysvětlivky:



místnosti bez tepelných ztrát



místnosti s technologickým zařízením (elektrické panely)



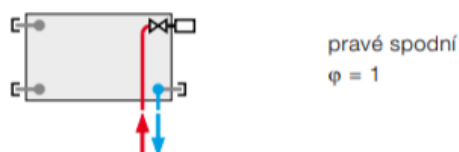
místnosti bez otopných těles

**Tabulka 11. Návrh elektrických topných panelů**

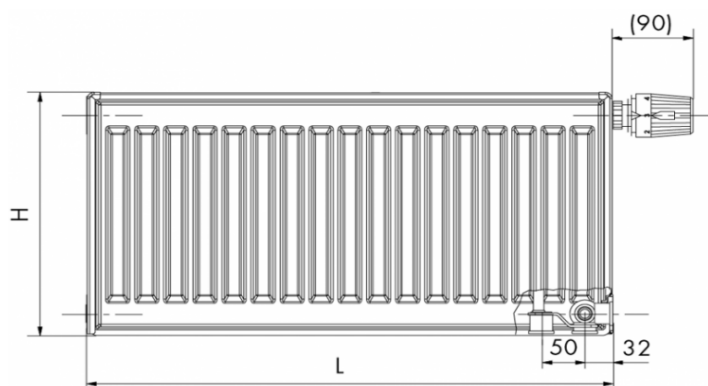
ČÍSLO MÍSTNOSTI	ÚČEL MÍSTNOSTI	$t_i$	TEPELNÁ ZTRÁTA MÍSTNOSTI $Q_{H,L,i}$ (W)	TYP OTOPNÉHO TĚLESA	HMOTNOST (kg)	VÝŠKA (H/mm)	HLOUBKA (mm)	DÉLKA (mm)	PŘÍKON (W)
105	rozvodna NN SŽDC	15°C	423,02	HTBR 2040	13,3	302	77	643	400
107	napájecí místnost	15°C	580,51	HTBR 2060	18,3	302	77	930	600
108	stavební ústředna	15°C	918,81	HTBR 2100	28,3	302	77	1507	1000
111	sdělovací místnost	15°C	42,22	HTBR 2020	6,8	302	77	353	250

#### C.4.1 Specifikace otopných těles a přípojovacích armatur

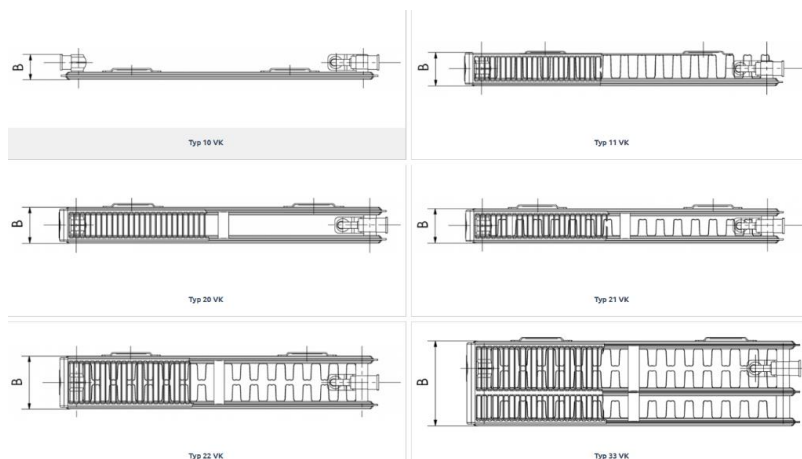
##### C.4.1.1 Deskové otopné těleso Korado Radik VK



**Obr. 19: Způsob připojení na otopnou soustavu [47]**

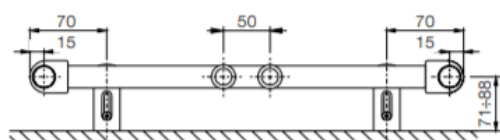


**Obr. 20: Otopné těleso Radik VK [47]**

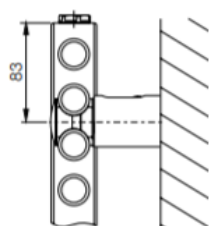


Obr. 21: Přehled typů [47]

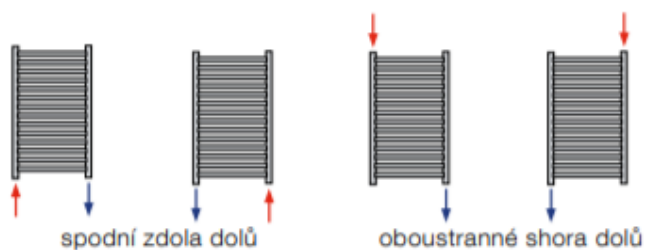
#### C.4.1.2 Trubková otopná tělesa Korado Koralux



Dodávaná souprava pro upevnění otopného tělesa na stěnu obsahuje 4 ks speciálních konzol z plastu, vruty, hmoždinky a návod na montáž.

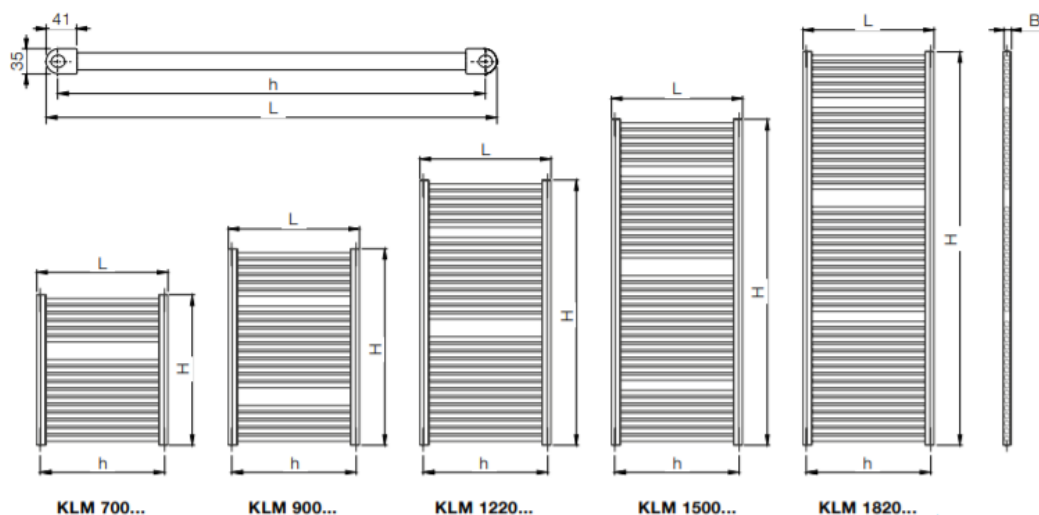


Obr. 22: Způsob upevnění otopného tělesa [49]



Obr. 23: Způsob připojení otopného tělesa [49]





Obr. 24: Přehled typů [49]

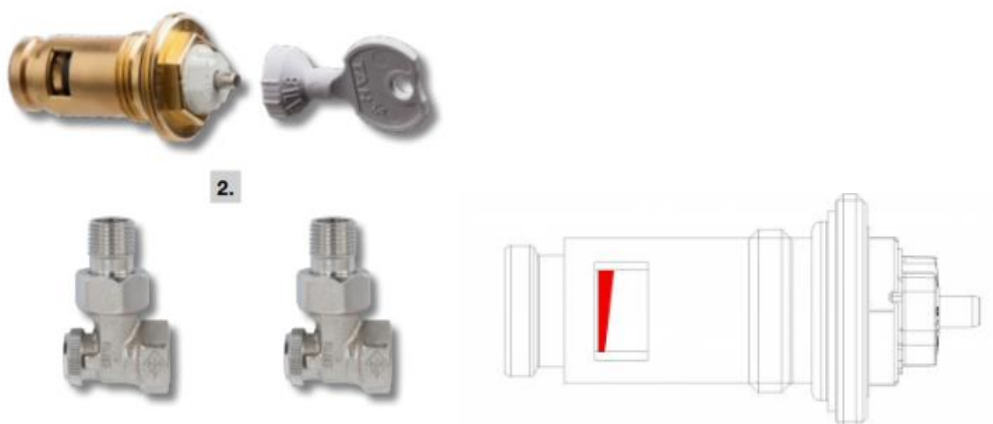
#### C.4.1.3 Elektrický topný panel MIRAVA



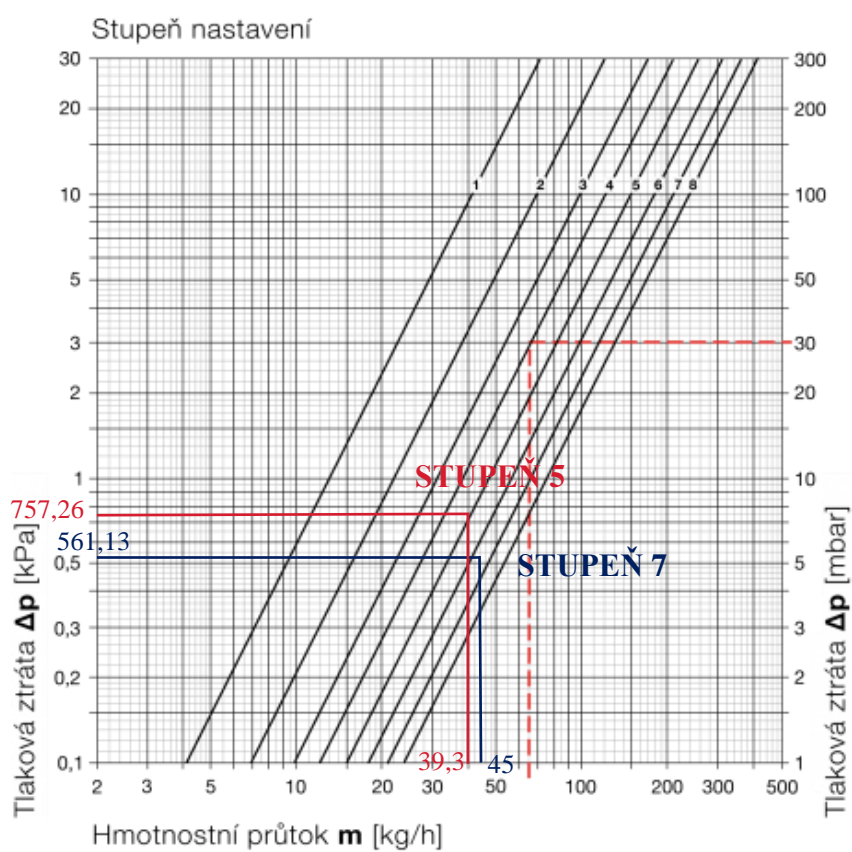
Obr. 25: Elektrický topný panel [51]

#### C.4.1.4 Armatury pro desková otopná tělesa

Pro připojení deskových otopných těles bude použito přímé H-šroubení Vekolux Ivar. Otopná tělesa budou osazeny termostatickou hlavicí Heimeier typu K, z důvodu nastavení a regulace požadované teploty vzduchu v místnosti. Všechna trubková otopná tělesa budou připojena pomocí přímého šroubení Ivar. Budou taktéž osazena termostatickou hlavicí Heimeier typu K.



Obr. 26: Ventilová vložka [47]



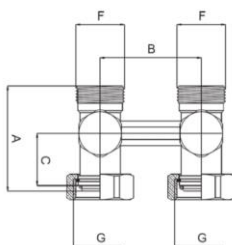
Obr. 27: Diagram – stupeň přednastavení [47]



Obr. 28: Termostatická hlavice Heimeier K [55]

Tabulka 12: Hodnoty kv pro připojovací H-šroubení [54]

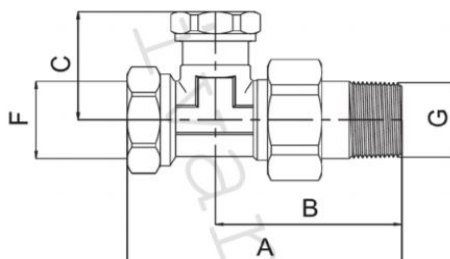
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9
↻	1¼	1½	1¾	2	2½	3	3½	4	Max
Kv	0.14	0.20	0.31	0.43	0.60	0.79	1.00	1.20	1.35



Obr. 29: Připojovací H – šroubení IVAR pro deskové otopné těleso [54]

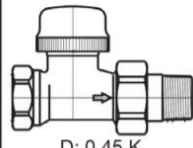
Tabulka 13: Hodnoty kv pro regulační šroubení [53]

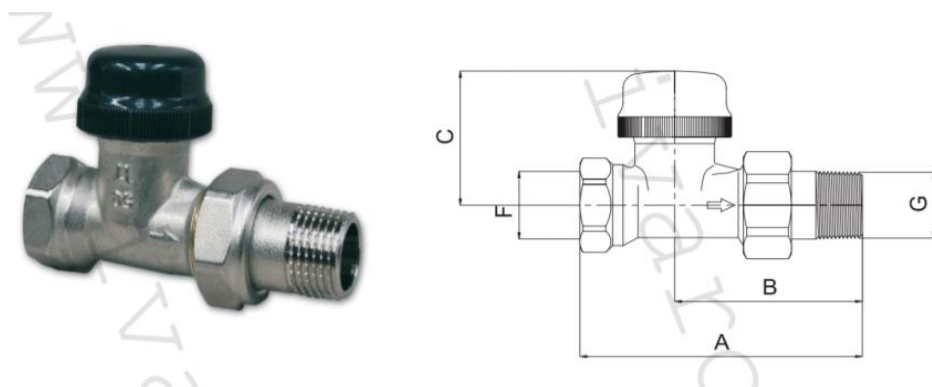
#	1	2	3	4	5	6	7	8	9
↻	1¼	1½	1¾	2	2½	3	3½	4	Max
Kv	0.12	0.18	0.27	0.40	0.55	0.70	0.85	1.00	1.20



Obr. 30: Regulační šroubení IVAR přímé pro připojení trubkového otopného tělesa [53]

**Tabulka 14: Hodnoty kv pro termostatický ventil [52]**

ART. VD2101N + T3000 + T5000		Pp	qmN (kg/h)	kv <sub>1</sub> (Δt=-1K)	kv <sub>2</sub> (Δt=-2K)	qm max (kg/h)	a
 D: 0,45 K	DN10	6	180 ±10%	0.30	0.57	240	0.40
		5	155 ±10%	0.32	0.49	210	0.41
		4	115 ±15%	0.27	0.36	130	0.19
		3	90 ±15%	0.25	0.28	95	0.09
		2	60 ±20%	0.17	0.19	60	0
		1	30 ±40%	0.09	0.09	30	0



**Obr. 31: Termostatický ventil IVAR dvouregulační přímý pro trubkové otopné těleso [52]**

### C.5 Návrh přípravy teplé vody a dalších spotřebičů tepla

Ohřev teplé vody pro bytové jednotky je řešen decentrálně pomocí elektrických zásobníkových ohřivačů firmy Dražice. Příprava teplé vody v drážním sektoru centrálně pomocí nepřímotopného zásobníku firmy Dražice. Ohřivače vody budou umístěny v jednotlivých bytových jednotkách a v technické místnosti provozního zázemí.

#### Návrh ohřevu teplé vody

Návštěvníci: 40 osob

Umývání rukou/1 osoba 0,002 m<sup>3</sup> (0,10 kWh)

$$V_{\text{on}} = 40 \cdot (1.0,002) = 0,080 \text{ m}^3$$

Zaměstnanci:

Administrativní pracovníci 7 osob

Umývání rukou/4 osoby 4.0,002

Mytí nádobí/1 osoba 1.0,001

$$V = 7 \cdot (4.0,002 + 1.0,001) = 0,063 \text{ m}^3$$

Drážní pracovníci: 7 osob

Umývání rukou/4 osoby 4.0,002

Mytí nádobí/1 osoba 1.0,001

Sprcha/1 osoba 1.0,025

$$V = 7 \cdot (4.0,002 + 1.0,001 + 1.0,025) = 0,238 \text{ m}^3$$

Úklid:

Podlahová plocha: 285 m<sup>2</sup>

Úklid/100 m<sup>2</sup> 0,020 m<sup>3</sup>/100 m<sup>2</sup>

#### Potřeba na den celkem:

$$0,080 + 0,063 + 0,238 + 0,057 = 0,437 \text{ m}^3$$

**Teplo odebrané:**

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot V_{2p} \cdot (\theta_2 - \theta_1)$$

$$Q_{2t} = 1,163 \cdot 0,437 \cdot (55 - 10)$$

$$Q_{2t} = 22,87 \text{ kWh}$$

**Teplo ztracené:**

$$Q_{2z} = Q_{2t} \cdot z$$

$$Q_{2z} = 22,87 \cdot 0,5$$

$$Q_{2z} = 11,44 \text{ kWh}$$

**Teplo celkem:**

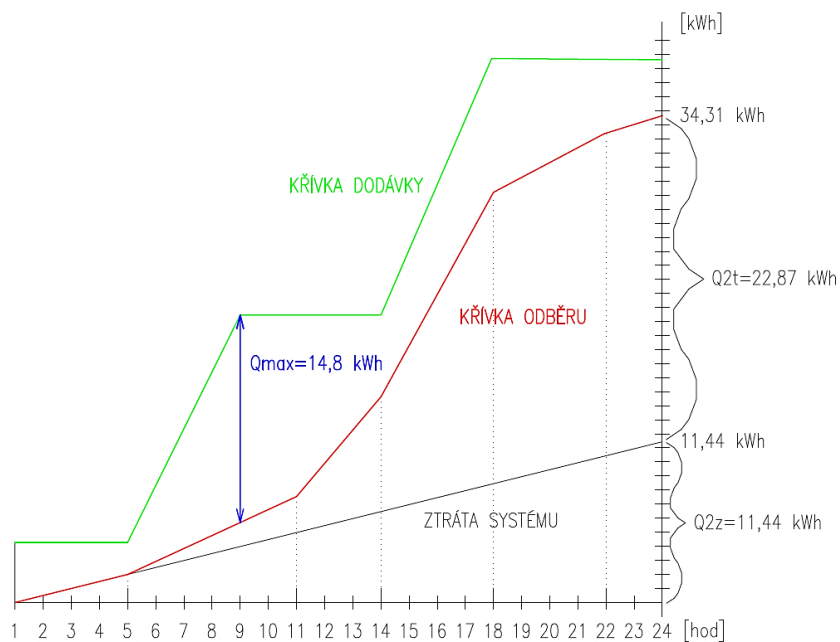
$$Q_{2p} = Q_{2t} + Q_{2z}$$

$$Q_{2p} = 22,87 + 11,44$$

$$Q_{2p} = 34,31 \text{ kWh}$$

**Tabulka 15: Přehled odběru teplé vody**

	Odběr (%)	Teplo odebrané (kWh)	Teplo ztracené (kWh)	Celkem (kWh)	$\Sigma$ (kWh)
0-5 hod	0	0	2,385	2,385	2,385
5-11 hod	10	2,287	2,862	5,149	7,534
11-14 hod	25	5,718	1,431	7,149	14,683
14-18 hod	55	12,579	1,908	14,487	29,17
18-22 hod	10	2,287	1,908	4,195	33,365
22-24 hod	0	0	0,954	0,954	34,31



**Obr. 32: Odběrová křivka**

**Velikost zásobníku:**

$$V_z = \frac{\Delta Q_{\max}}{(1,163 \cdot \Delta \theta)}$$

$$V_z = \frac{14,8}{(1,163 \cdot 45)}$$

$$V_z = 0,283 \text{ m}^3$$

**Jmenovitý výkon ohřevu:**

$$Q_{1\eta} = \left(\frac{Q_1}{t}\right)_{\max} = \frac{34,31}{8} = 4,3 \text{ kW}$$

**Potřebná teplosměnná plocha:**

$$\Delta t = \frac{(T_1 - t_2) - (T_2 - t_1)}{\ln \frac{(T_1 - t_2)}{(T_2 - t_1)}} = 25,5 \text{ °C}$$

$$A = \frac{Q_{1\eta}}{(U \cdot \Delta t)}$$

$$A = \frac{4,3 \cdot 10^3}{(420 \cdot 25,5)}$$

$$A = 0,40 \text{ m}^2$$

Návrh: nepřímotopný zásobník vody DRAŽICE OKC 300 NTR/BP 296 l



Obr. 33: Nepřímotopný zásobník OKC NTR/BP [58]

Tabulka 16: Technické parametry [58]

#### Technické parametry

Podrobnosti najdete v [dokumentaci k ohřívači vody](#).

Typ	OKC 160 NTR/BP	OKC 200 NTR/BP	OKC 250 NTR/BP	OKC 300 NTR/BP	OKC 400 NTR/BP	OKC 500 NTR/BP	OKC 750 NTR/BP	OKC 1000 NTR/BP
Objem (l)	148	208	242	296	373	447	725	945
Třída energetické účinnosti				C				
Výška zásobníku (mm)	1047	1357	1537	1558	1920	1924	2030	2050
Průměr zásobníku (mm)	584	584	584	670	650	700	950	1010

Návrh ohřívačů vody pro bytové jednotky a nocležnu online dle [www.dzd.cz](http://www.dzd.cz).

Tabulka 17: Návrh ohřívačů pro jednotlivé byty

číslo bytu	počet osob	typ ohřívače
Byt č.1	2-3 osoby	OKCE 100
Byt č.2	1-2 osoby	OKHE ONE 50
Byt č.3	3-4 osoby	OKCE 160
Byt č.4	3-4 osoby	OKCE 160
Byt č.5	3-4 osoby	OKCE 160
Nocležna	1-2 osoby	OKHE ONE 50





Svislý elektrický ohřívač vody s keramickým topným tělesem a možností instalace v blízkosti odběrných míst.

-  Keramické topné těleso výrazně prodlužuje životnost ohřívače
-  Možnost využití nízkého tarifu elektrické energie (noční proud)
-  Antikorozní vrstva nepodléhá důlkové korozi v prostředí tvrdé a chlorované vody
-  Elektrické topné těleso je součástí ohřívače
-  Vysoce kvalitní izolace Covestro pro nízké tepelné ztráty a minimální provozní náklady
-  Elektrické krytí IP44 – možno umístit v blízkosti odběrných míst


[Více informací](#) [Technické parametry](#) [Ke stažení](#) [Kde koupit](#)

### Technické parametry







Podrobnosti najdete v [dokumentaci k ohřívači vody](#).

Typ	OKCE 50	OKCE 80	OKCE 100	OKCE 125	OKCE 160	OKCE 200
Objem (l)	51	80	100	125	152	200
Příkon topného tělesa (W)	2 200					
Třída energetické účinnosti	C					
Výška ohřívače (mm)	585	757	902	1067	1255	1290
Průměr ohřívače (mm)	524	524	524	524	524	584

**Obr. 34: Ohřívač vody OKCE [56]**



Elektrický plochý ohřívač vhodný k instalaci v omezených prostorách, umožňuje rychlý ohřev vody díky konceptu dvou nádob.

-  Keramické topné těleso výrazně prodlužuje životnost ohřívače
-  Možnost využití nízkého tarifu elektrické energie (noční proud)
-  Antikorozní vrstva nepodléhá důlkové korozi v prostředí tvrdé a chlorované vody
-  Elektrické topné těleso je součástí ohřívače
-  Vysoce kvalitní izolace Covestro pro nízké tepelné ztráty a minimální provozní náklady
-  Elektrické krytí IP44 - možno umístit v blízkosti odběrných míst

[Více informací](#) [Technické parametry](#) [Ke stažení](#) [Video](#) [Kde koupit](#)

### Technické parametry

Podrobnosti najdete v [dokumentaci k ohřívači vody](#).

Typ	OKHE ONE 20	OKHE ONE 30	OKHE ONE 50	OKHE ONE 80	OKHE ONE 100	OKHE ONE 120
Objem (l)	20	28	45	65	80	98
Příkon topného tělesa (W)	2 200	1 100	2 000	2 000	2 000	2 000
Třída energetické účinnosti	C					
Výška ohřívače (mm)	545	617	845	1112	1327	1552
Šířka (mm)	523	523	523	523	523	523
Hloubka ohřívače (mm)	301	318	318	318	318	318

**Obr. 35: Ohřívač vody OKHE ONE [57]**

## C.6 Návrh zdroje tepla

Tepelná ztráta objektu:	29 kW
Potřeba tepla pro přípravu TV:	4,3 kW
Potřeba tepla pro VZT:	0 kW

$$Q_{PRIP}=0,7Q_{VYT}+0,7Q_{VZT}+Q_{TV}+(Q_{TECH})$$

$$Q_{PRIP}=0,7 \cdot 29 + 0,7 \cdot 0 + 4,3 + 0 = 24,6 \text{ kW}$$

$$Q_{PRIP}=Q_{VYT}+Q_{VZT}+(Q_{TECH})$$

$$Q_{PRIP}=29+0+0=29 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon zdroje je **29 kW**, letní provoz **4,3 kW**

Návrh: plynový kondenzační kotel **VISSMANN VITODENS 200-W**

Výkon: **1,9-32 kW**

Teplotní spád primárního okruhu:	70/50 °C
Teplotní spád sekundárního okruhu:	60/50 °C

Průtok větve 01:	705,8 kg/h
Průtok větve 02:	600,1 kg/h
Průtok větve 03:	1145,4 kg/h

$$m_{01-70} = \frac{m_{01} \cdot (t_{p1} - t_{s1})}{(t_{p1} - t_{s2})} = \frac{705,8 \cdot (70 - 60)}{(70 - 50)} = 352,9 \text{ kg/h}$$

$$m_{02-70} = \frac{m_{01} \cdot (t_{p1} - t_{s1})}{(t_{p1} - t_{s2})} = \frac{600,1 \cdot (70 - 60)}{(70 - 50)} = 300,1 \text{ kg/h}$$

$$m_{03-70} = \frac{m_{01} \cdot (t_{p1} - t_{s1})}{(t_{p1} - t_{s2})} = \frac{1145,4 \cdot (70 - 60)}{(70 - 50)} = 572,7 \text{ kg/h}$$

Celkový průtok primárního okruhu: 352,9+301,4+562,5=1216,8 kg/h

C.6.1 Specifikace zdroje tepla:

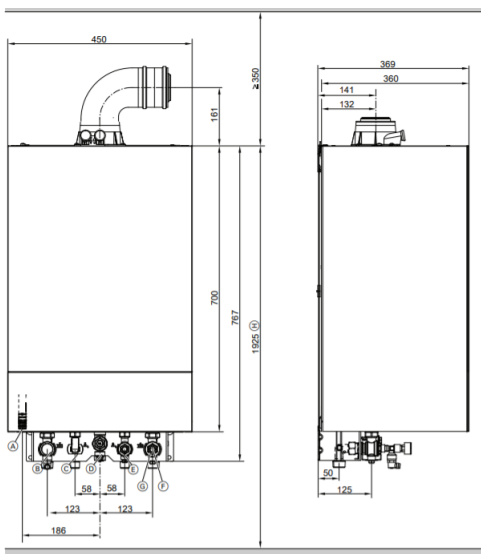
Ostatní technické parametry viz příloha P2.

Tabulka 18: Základní technické parametry kotle [59]

Plynový kondenzační kotel					
Plynový topný kotel, provedení B a C, kategorie II <sub>2N3P</sub>					
Typ		B2HE			
Rozsah jmenovitého tepelného výkonu (údaje podle ČSN EN 15502)					
T <sub>y</sub> /T <sub>R</sub> = 50/30 °C					
Zemní plyn	kW	1,9 - 11,0	1,9 - 19,0	1,9 - 25,0	1,9 - 32,0
Zkapalněný plyn	kW	2,5 - 11,0	2,5 - 19,0	2,5 - 25,0	2,5 - 32,0
T <sub>y</sub> /T <sub>R</sub> = 80/60 °C					
Zemní plyn	kW	1,7 - 10,1	1,7 - 17,4	1,7 - 22,9	1,7 - 29,3
Zkapalněný plyn	kW	2,2 - 10,1	2,2 - 17,4	2,2 - 22,9	2,2 - 29,3
Jmenovitý tepelný výkon při ohřevu pitné vody					
Zemní plyn	kW	1,7 - 17,4	1,7 - 17,4	1,7 - 22,9	1,7 - 29,3
Zkapalněný plyn	kW	2,2 - 17,4	2,2 - 17,4	2,2 - 22,9	2,2 - 29,3
Jmenovitý tepelný výkon					
Zemní plyn	kW	1,8 - 17,8	1,8 - 17,8	1,8 - 23,4	1,8 - 29,9
Zkapalněný plyn	kW	2,3 - 17,8	2,3 - 17,8	2,3 - 23,4	2,3 - 29,9
Identifikační číslo výrobku			CE-0085CT0017		
Stupeň krytí podle ČSN EN 60529			IP X4		
Připojovací tlak plynu					
Zemní plyn	mbar	20	20	20	20
	kPa	2	2	2	2



Obr. 36: Kotel Vitodens 200-W [59]



Obr. 37: Rozměry kotle Vitodens 200-W [59]

## **C.7 Dimenzování a hydraulické posouzení potrubí**

### **C.7.1 Dimenzování otopných větví**

Topná soustava je řešena jako teplovodní dvoutrubková s nuceným oběhem teplé vody. Systém potrubí je rozdělen do třech hlavních větví. První nadzemní podlaží tvoří jednu hlavní větev-větev 03. Ostatní místnosti (místnosti s technologickým zařízením) jsou vytápěny elektrickými otopnými tělesy. Druhé nadzemní podlaží je rozděleno na dvě hlavní větve-větev 01 (severozápadní část objektu) a větev 02 (jihovýchodní část objektu).

Potrubní rozvody jsou z měděného potrubí spojované lisováním. Potrubí v objektu je vedeno v podlaze, potrubí vedené přes schodišťový prostor bude vedeno pod stropem.

Topný systém je navržen v teplotním spádu otopné vody 60/50 °C. Dimenze potrubí jsou určeny dle hmotnostního průtoku a rychlosti proudění vody v potrubí. Součástí dimenzování je i hydraulické vyvážení otopné soustavy a zaregulování. Návrh dimenze potrubí viz tabulka.

**Tabulka 19: Dimenzování větev 01**

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ OTOPNÉ SOUSTAVY-VĚTEV 01												
č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R.l+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{pis}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	645	55,5	1,57	15x1	24,0	0,123	37,68	5,42	41,00	TRV(8) 548+169	795,68	795,68
2	1168,45	100,5	2,3	18x1	24,0	0,144	55,20	1	10,37	0	65,57	861,25
3	1625,45	139,8	3,05	18x1	45,0	0,207	137,25	1	21,42	0	158,67	1019,92
4	2113,45	181,7	3,2	18x1	65,0	0,256	208,00	1,12	36,70	0	244,70	1264,62
5	2640,45	227,0	3,1	22x1	33,0	0,204	102,30	1	20,81	0	123,11	1387,73
6	3255,45	279,9	4	22x1	50,0	0,259	200,00	1	33,54	0	233,54	1621,27
7	3870,45	332,8	3,05	22x1	65,0	0,302	198,25	1	45,60	0	243,85	1865,12
8	4485,45	385,7	3,19	22x1	90,0	0,363	287,10	1,12	73,79	0	360,89	2226,01
9	5100,45	438,6	4,06	22x1	110,0	0,407	446,60	1	82,82	0	529,42	2755,44
10	5715,45	491,4	3,05	22x1	130,0	0,448	396,50	1	100,35	0	496,85	3252,29
11	6280,45	540,0	1,89	22x1	150,0	0,486	283,50	1	118,10	0	401,60	3653,89
12	6746,65	580,1	1,21	22x1	170,0	0,522	205,70	1	136,24	0	341,94	3995,83
13	7089,65	609,6	3,2	22x1	190,0	0,556	608,00	1	154,57	0	762,57	4758,40
14	7507,65	645,5	2,69	22x1	220,0	0,604	591,80	1	182,41	0	774,21	5532,61
15	8208,65	705,8	11,27	22x1	240,0	0,634	2704,80	38,8	7797,95	TV (4000 Pa)	14502,75	<b>20035,35</b>
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	523,45	45,0	5,4	15x1	16,0	0,0976	86,40	7,8	37,15	111	234,55	795,68
795,68-234,55=561,13 Pa TRV-7												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02												
3'	457	39,3	0,73	15x1	13	0,0855	9,49	2,6	9,50	85	103,99	861,25
861,25-103,99=757,26 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03												
4'	488	42,0	0,73	15x1	14,0	0,0894	10,22	2,6	10,39	97	117,61	1019,92
1019,92-117,61=902,31 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04												
5'	527	45,3	0,73	15x1	16,0	0,0967	11,68	2,6	12,16	113	136,84	1264,62
1264,62-136,84=1127,78 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05												
6'	615	52,9	0,73	15x1	22	0,117	16,06	2,6	17,80	153	186,86	1387,73
1387,73-186,86=1200,87 Pa TRV-6												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06												
7'	615	52,9	1,173	15x1	22	0,117	25,806	2,6	17,80	153	196,60	1621,27
1621,27-196,60=1424,67 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 07												
8'	615	52,9	1,173	15x1	22	0,117	25,806	2,6	17,80	153	196,60	1865,12
1865,12-196,60=1668,52 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 08												
9'	615	52,9	1,173	15x1	22	0,117	25,806	2,6	17,80	153	196,60	2226,01
2226,01-196,60=2029,41 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 9												
10'	615	52,9	0,73	15x1	22	0,117	16,06	2,6	17,80	153	186,86	2755,44
2755,44-186,86=2568,58 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 10												
11'	565	48,6	0,73	15x1	18	0,104	13,14	2,6	14,06	130	577,20	3252,29
3252,29-577,20=2675,09 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 11												
12'	466,2	40,1	5,756	15x1	13	0,0855	74,828	9,6	35,09	112	221,92	3653,89
3653,89-221,92=3431,97 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 12												
13'	343	29,5	0,73	15x1	8	0,0641	5,84	2,6	5,34	48	59,18	3995,83
3995,83-59,18=3936,65 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 13												
14'	418	35,9	0,73	15x1	11	0,0775	8,03	2,6	7,81	71	86,84	4858,4
4858,40-86,84=4771,56 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 14												
15'	701	60,3	1,176	15x1	26	0,129	30,576	5,2	43,27	199	272,84	5532,61
5532,61-272,84=5259,77 Pa TRV-3												

$\Delta p$	kv
0,111	0,601
0,085	0,452
0,097	0,442
0,113	0,427
0,153	0,483
0,153	0,443
0,153	0,409
0,153	0,371
0,153	0,330
0,130	0,297
0,112	0,216
0,048	0,149
0,071	0,165
0,199	0,263

# TVAROVKY ÚSEKŮ:

Σξ1 (4xkoleno, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=4\*1,3+0,02+0,2=5,42

Σξ2 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ3 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ4 (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=0,3+0,6+0,2+0,02=1,12

Σξ5 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ6 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ7 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ8 (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=0,3+0,6+0,02+0,2=1,12

Σξ9 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ10 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ11 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ12 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ13 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ14 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1

Σξ15 (protiproud rozdělení, spojení, 11xkoleno, rozdělovač vstup, výstup,  
4xkk, 4xT-kus, 2xF, 1xZV=

3+1,5+11\*1,3+0,5+1+4\*2,0+4x1,3+2x0,5+4,3=38,8

## Tabulka 20: Dimenzování větev 02

### DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ OTOPNÉ SOUSTAVY-VĚTEV 02

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R <sub>l</sub> (Pa)	Σξ	Z (Pa)	Δp <sub>tr</sub> (Pa)	R <sub>l</sub> +Z+Δp <sub>tr</sub> (Pa)	Δp <sub>DIS</sub> (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	717,25	61,7	6,09	15x1	28,0	0,135	170,52	15,02	136,87	TRV(6) 264+1171	1742,39	1742,39
2	1154,25	99,2	3,15	18x1	24,0	0,144	75,60	1	10,37	0	85,97	1828,36
3	1591,25	136,8	3,05	18x1	40,0	0,194	122,00	1,12	21,08	0	143,08	1971,43
4	2149,25	184,8	6,29	22x1	24,0	0,17	150,96	6,1	88,15	0	239,11	2210,54
5	2792,25	240,1	3	22x1	40,0	0,228	120,00	1	25,99	0	145,99	2356,53
6	3437,25	295,6	3,29	22x1	55,0	0,274	180,95	1,12	42,04	0	222,99	2579,52
7	4082,25	351,0	7,06	22x1	75,0	0,327	529,50	10,6	566,72	0	1096,22	3675,75
8	4743,45	407,9	5,16	22x1	100,0	0,386	516,00	3,5	260,74	0	776,74	4452,49
9	5376,15	462,3	4,81	22x1	120,0	0,428	577,20	5,4	494,60	0	1071,80	5524,29
10	6523,15	560,9	1,19	22x1	170,0	0,522	202,30	1	136,24	0	338,54	5862,83
11	6979,45	600,1	6,03	22x1	190,0	0,556	1145,70	32,6	5038,92	TV (2400 Pa)	8584,62	<b>14447,45</b>
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	437	37,6	0,643	15x1	12	0,0816	7,716	2,6	8,66	77	93,37	1742,39
1742,39-93,37=1649,02 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02												
3'	437	37,6	0,643	15x1	12	0,0816	7,716	2,6	8,66	77	93,37	1828,36
1828,36-93,37=1734,99 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03												
4'	558	48,0	0,643	15x1	18,0	0,104	11,574	2,6	14,06	126	151,63	1971,43
1971,43-151,63=1819,80 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04												
5'	643	55,3	0,641	15x1	24,0	0,123	15,384	2,6	19,67	168	203,05	2210,54
2210,54-203,05=2007,49 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05												
6'	645	55,5	0,641	15x1	24	0,123	15,384	2,6	19,67	169	204,05	2356,53
2356,53-204,05=2152,48 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06												
7'	676	58,1	0,641	15x1	26	0,129	16,666	2,6	21,63	185	223,30	2579,52
2579,52-223,30=2356,22 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 07												
8'	661,2	56,9	2,042	15x1	24	0,123	49,008	2,6	19,67	177	245,68	3675,75
3675,75-245,68=3430,07 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 08												
9'	632,7	54,4	3,934	15x1	22	0,117	86,548	7	47,91	206	340,46	4452,49
4452,49-340,46=4112,03 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 09												
10'	456,3	39,2	1,026	15x1	13	0,0855	13,338	4,4	16,08	107	136,42	5862,83
5862,83-136,42=5726,41 Pa TRV-2												

Dimenzování úseku-vedlejší větev (M.Č.205)												
1	635	54,6	4,28	15x1	30	0,14	128,4	5,2	50,96	5012,76	5192,12	5192,12
2	1147	98,6	4,25	15x1	60	0,21	255	3,5	77,18	0	332,18	5524,29
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	512	44,0	0,67	15x1	16	0,0967	10,72	2,6	12,16	106,00	128,88	5192,12
5192,12-128,88=5063,24 Pa TRV-2												

#### TVAROVKY ÚSEKŮ:

Σξ1 (otopné těleso, 10xkoleno, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=1,8+10\*1,3+0,02+0,2=15,02  
 Σξ2 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1  
 Σξ3 (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=0,3+0,6+0,02+0,2=1,12  
 Σξ4 (odbočka rozdělení, spojení, 4xkoleno)=0,3+0,6+4\*1,3=6,1  
 Σξ5 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1  
 Σξ6 (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)=0,3+0,6+0,02+0,2=1,12  
 Σξ7 (odbočka rozdělení, spojení, 4xkoleno, protiproud rozdělení, spojení)=0,3+0,6+4\*1,3+3+1,5=10,6  
 Σξ8 (odbočka rozdělení, spojení, 2xkoleno)=0,3+0,6+2\*1,3=3,5  
 Σξ9 (odbočka rozdělení, spojení, protiproud rozdělení, spojení)=0,3+0,6+3+1,5=5,4  
 Σξ10 (odbočka rozdělení, spojení)=0,3+0,6=0,9~1  
 Σξ11 (odbočka rozdělení, spojení, 10xkoleno, rozdělovač vstup, výstup, 4xKK, 4xT-kus, 2xF, ZV)=  
 0,3+0,6+9\*1,3+0,5+1+4\*2,0+4\*1,3+2\*0,5+1\*4,3=32,6

#### TVAROVKY VEDLEJŠÍHO ÚSEKŮ (M.Č.205):

Σξ1 (4xkoleno)=4\*1,3=5,2  
 Σξ2 (odbočka rozdělení, spojení, 2xkoleno)=0,3+0,6+2\*1,3=3,5

Δp	kv
0,077	0,293
0,077	0,285
0,126	0,356
0,168	0,390
0,169	0,378
0,185	0,379
0,177	0,307
0,206	0,268
0,107	0,164
0,106	0,196

**Tabulka 21: Dimenzování větev 03**

DIMENZOVÁNÍ POTRUBÍ OTOPNÉ SOUSTAVY-VĚTEV 03												
č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\sum \xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R.l+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	1064	91,5	11	18x1	20,0	0,129	220,00	7,8	64,90	TRV(8) 1488+459	2231,90	2231,90
2	1709	146,9	3,15	18x1	45,0	0,207	141,75	1,12	24,00	0	165,75	2397,65
3	2300	197,8	3,15	22x1	26,0	0,178	81,90	1	15,84	0	97,74	2495,39
4	2891	248,6	3,15	22x1	40,0	0,228	126,00	1	25,99	0	151,99	2647,38
5	3382	290,8	8,75	22x1	55,0	0,274	481,25	8,22	308,56	0	789,81	3437,19
6	6149,9	528,8	4,76	28x1,5	50,0	0,305	238,00	6,32	293,96	0	531,96	3969,15
7	6870,9	590,8	6,32	28x1,5	65,0	0,354	410,80	1	62,66	0	473,46	4442,61
8	7591,9	652,8	3,48	28x1,5	75,0	0,384	261,00	8	589,82	0	850,82	5293,43
9	11118,3	956,0	2,39	28x1,5	150,0	0,568	358,50	1	161,31	0	519,81	5813,24
10	11999,3	1031,8	3,25	28x1,5	170,0	0,61	552,50	1	186,05	0	738,55	6551,79
11	12367,3	1063,4	6,33	28x1,5	170,0	0,61	1076,10	15,8	2939,59	0	4015,69	10567,48
12	12751,3	1096,4	3,55	28x1,5	190,0	0,649	674,50	3,5	737,10	0	1411,60	11979,09
13	13321	1145,4	1,52	28x1,5	200,0	0,668	304,00	28,7	6403,31	TV (6000 Pa)	12707,31	<b>24686,40</b>
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	645	55,5	0,58	15x1	24	0,123	13,92	2,6	19,67	169	202,59	2231,9
2231,9-202,59=2029,31 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02												
3'	591	50,8	0,58	15x1	20	0,11	11,6	2,6	15,73	142	169,33	2397,65
2397,65-169,33=2228,32 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03												
4'	591	50,8	0,58	15x1	20,0	0,11	11,6	2,6	15,73	142	169,33	2495,39
1495,39-169,33=2326,26 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04												
5'	491	42,2	0,58	15x1	15,0	0,0931	8,7	2,6	11,27	98	117,97	2647,38
2647,38-117,97=2529,41 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku-vedlejší větev (M.Č.222)												
1	138,6	11,9	6,35	15x1	2,4	0,0274	15,24	15,6	5,86	2141,55	2162,65	2162,65
2	466,2	40,1	4,3	15x1	13	0,0855	55,9	6,32	23,10	0	79,00	2241,65
3	1156,2	99,4	3,77	18x1	24	0,144	90,48	1	10,37	0	100,85	2342,50
4	1789,2	153,8	3,15	18x1	50	0,22	157,5	1	24,20	0	181,70	2524,20
5	2422,2	208,3	3,3	18x1	90	0,309	297	1	47,74	0	344,74	2868,94
6	2729,2	234,7	1,28	18x1	110	0,347	140,8	7,1	427,45	0	568,25	3437,19
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	327,6	28,2	0,95	15x1	5,5	0,0627	5,225	5,2	10,22	44	59,45	2162,65
2162,65-59,45=2103,20 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02												
3'	690	59,3	1,26	15x1	26	0,129	32,76	2,6	21,63	193	247,39	2241,65
2241,65-247,39=1994,26 Pa TRV-5												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 03												
4'	633	54,4	0,6	15x1	22	0,117	13,2	2,6	17,80	163	194,00	2342,5
2342,5-194,0=2148,50 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 04												
5'	633	54,4	0,6	15x1	22	0,117	13,2	2,6	17,80	163	194,00	2524,2
2524,2-194,0=2330,20 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05												
6'	307	26,4	0,6	15x1	5	0,057	3	2,6	4,22	38	45,22	2868,94
2868,94-45,22=2823,72 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 05												
6'	645	55,5	0,58	15x1	24,0	0,123	13,92	2,6	19,67	169	202,59	3969,15
3969,15-202,59=3766,56 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06												
7'	645	55,5	0,58	15x1	24,0	0,123	13,92	2,6	19,67	169	202,59	4442,61
4442,61-202,59=4240,02 Pa TRV-3												

$\Delta p$	kv
0,169	0,389
0,142	0,340
0,142	0,333
0,098	0,265
$\Delta p$	kv
0,044	0,194
0,193	0,420
0,163	0,371
0,163	0,357
0,038	0,157
0,169	0,286
0,169	0,269



**Tabulka 22: Dimenzování větev 03 – pokračování**

Dimenzování úseku-vedlejší větev (M.Č.109)												
1	784	67,4	6,09	15x1	33	0,148	200,97	5,2	56,95	3869,77	4127,69	4127,69
2	1537	132,2	1,02	15x1	100	0,282	102	5,62	223,46	0	325,46	4453,15
3	3026,5	260,2	3,54	18x1	120	0,365	424,8	1,12	74,61	0	499,41	4952,56
4	3565,6	306,6	4,99	22x1	60	0,288	299,4	1	41,47	0	340,87	5293,43
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	753	64,7	1,46	15x1	30	0,14	43,8	2,6	25,48	230	299,28	4127,69
4127,69-299,28=3828,41 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 02												
3'	539,1	46,4	5,82	15x1	17	0,1	98,94	10,4	52,00	118	268,94	4952,56
4952,56-268,94=4683,62 Pa TRV-2												
Dimenzování úseku-vedlejší větev (M.Č.124)												
1	655,5	56,4	8,69	15x1	24	0,123	208,56	2,6	19,67	3955,75	4183,98	4183,98
2	1489,5	128,1	1,3	15x1	100	0,282	130	3,5	139,17	0	269,17	4453,15
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 01												
2'	834	71,7	0,67	15x1	36	0,156	24,12	2,6	31,64	282	337,76	4183,98
4183,98-337,76=3846,22 Pa TRV-4												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 06												
7'	834	71,7	0,58	15x1	36,0	0,156	20,88	2,6	31,64	282	334,52	5813,24
5813,24-334,52=5478,72 Pa TRV-3												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 07												
8'	368	31,6	0,58	15x1	6,0	0,0684	3,48	2,6	6,08	55	64,56	6551,79
6551,79-64,56=6487,23 Pa TRV-1												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 08												
9'	384	33,0	0,58	15x1	6,5	0,0741	3,77	5,2	14,28	60	78,05	10567,48
10567,48-78,05=10489,43 Pa TRV-1												
Dimenzování úseku k otopnému tělesu 09												
10'	569,7	49,0	0,58	15x1	19,0	0,107	11,02	2,6	14,88	132	157,90	11979,09
11979,09-157,90=11821,19 Pa TRV-2												

0,230	0,331
0,118	0,214
0,282	0,366
0,282	0,306
0,055	0,124
0,060	0,102
0,132	0,142

TVAROVKY HLAVNÍHO ÚSEKU:

$$\Sigma \xi_1 (6 \times k_{oleno}) = 6 * 1,3 = 7,8$$

$$\Sigma \xi_2 \text{ (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)} = 0,3 + 0,6 + 0,02 + 0,2 = 1,12$$

$$\Sigma \xi_3 \text{ (odbočka rozdělení, spojení)} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$$\Sigma \xi_4 \text{ (odbočka rozdělení, spojení)} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$\Sigma \xi_5$  (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé, 2xkoleno, protiproud rozdělení, spojení) =  $0,3 + 0,6 + 0,02 + 0,2 + 2 \cdot 1,3 + 3 + 1,5 = 8,22$

$$\Sigma \xi_6 (\text{odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé, 4xkoleno}) = 0,3 + 0,6 + 0,02 + 0,2 + 4 * 1,3 = 6,32$$

$$\Sigma \xi_7 \text{ (odbočka rozdělení, spojení)} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$$\Sigma \xi_8 (\text{odbočka rozdělení, spojení, 2xkoleno, protiproud rozdělení, spojení}) = 0,3 + 0,6 + 2 * 1,3 + 3 + 1,5 = 8,0$$

$$\Sigma \xi_9 \text{ (odbočka rozdělení, spojení)} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$$\Sigma \xi_{10} (\text{odbočka rozdělení, spojení}) = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$$\Sigma \xi_{11} (\text{odbočka rozdělení, spojení, 8xkoleno, protiproud rozdělení, spojení}) = 0,3 + 0,6 + 8 * 1,3 + 3 + 1,5 = 15,8$$

$$\Sigma \xi_{12} (\text{odbočka rozdělení, spojení, 2xkoleno}) = 0,3 + 0,6 + 2 * 1,3 = 3,5$$

$$\Sigma \xi_{13} \text{ (odbočka rozdělení, spojení, 6xkoleno, rozdělovač vstup, výstup, 4xKK, 4xT-kus, 2xF, ZV)} = 0.3+0.6+6*1.3+0.5+1+4*2+4*1.3+2*0.5+1*4.3=28.7$$

TVAROVKY VEDLEJŠÍHO ÚSEKU (M.Č.222):

$$\Sigma \xi_1 (12 \times k_{oleno}) = 12 \times 1,3 = 15,6$$

$$\Sigma \xi_2 \text{ (protiproud rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)} = 3 + 1,5 + 0,02 + 0,2 = 4,72$$

$$\Sigma \xi_3 \text{ (odbočka rozdělení, spojení, 4xkoleno)} = 0,3 + 0,6 + 4 * 1,3 = 6,1$$

$\Sigma \xi_4$  (odbočka rozdělení, spojení) = 0,3 + 0,6 = 0,9 ~ 1

$$\Sigma \xi_5 \text{ (odbočka rozdělení, spojení)} = 0,3 + 0,6 = 0,9 \sim 1$$

$$\Sigma \xi_6 (\text{protiproud rozdělení, spojení, 2xkoleno}) = 3 + 1,5 + 2 * 1,3 = 7,1$$

TVAROVKY VEDLEJŠÍHO ÚSEKU (M.Č.109):

$\Sigma \xi_1$  (4xkoleno)= $4 \cdot 1,3=5,2$

$\Sigma \xi_2$  (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé, protiproud rozdělení, spojení)= $0,3+0,6+0,02+0,2+3+1,5=5,62$

$\Sigma \xi_3$  (odbočka rozdělení, spojení, zúžení plynulé, rozšíření plynulé)= $0,3+0,6+0,02+0,2=1,12$

$\Sigma \xi_4$  (odbočka rozdělení, spojení)= $0,3+0,6=0,9 \sim 1$

TVAROVKY VEDLEJŠÍHO ÚSEKU (M.Č.124):

$\Sigma \xi_1$  (2xkoleno)= $2 \cdot 1,3=2,6$

$\Sigma \xi_2$  (odbočka rozdělení, spojení, 2xkoleno)= $0,3+0,6+2 \cdot 1,3=3,5$

**Tabulka 23: Dimenzování – okruh od R+S k HVDT**

**DIMENZOVÁNÍ - OKRUH OD R+S K HVDT**

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R.l+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	32000	1375,8	0,8	28x1,5	280,0	0,808	224,00	11,8	3851,90	0	4075,90	<b>4075,90</b>

$\Sigma \xi_1$  (1xkoleno, 2xkulový kohout, 5xT-kus)= $1 \cdot 1,3+2 \cdot 2,0+5 \cdot 1,3=11,8$

### C.7.2 Dimenzování kotlového okruhu a okruhu přípravy teplé vody

Kotlový okruh a okruh přípravy teplé vody bude v teplotním spádu otopné vody 70/50 °C. Kotlový okruh-okruh mezi HVDT a kotlem, okruh přípravy teplé vody-okruh mezi rozdělovačem a sběračem a nepřímotopným zásobníkem.

**Tabulka 24: Dimenzování kotlového okruhu a okruhu přípravy teplé vody**

**DIMENZOVÁNÍ - KOTLOVÝ OKRUH**

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R.l+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	32000	1375,8	2	28x1,5	280,0	0,808	560,00	19,5	6365,42	0	6925,42	<b>6925,42</b>

$\Sigma \xi_1$  (2xkoleno, 5xkulový kohout, filtr, 3xT-kus kotel)= $2 \cdot 1,3+5 \cdot 2,0+0,5+3 \cdot 1,3+2,5=19,5$

**DIMENZOVÁNÍ - OKRUH PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY**

č.ú.	Q (W)	M (kg/h)	l (m)	DN	R (Pa/m)	w (m/s)	R.l (Pa)	$\Sigma \xi$	Z (Pa)	$\Delta p_{rv}$ (Pa)	R.l+Z+ $\Delta p_{rv}$ (Pa)	$\Delta p_{DIS}$ (Pa)
Dimenzování základního okruhu												
1	4300	184,9	6,7	15x1	180,0	0,396	1206,00	32,6	2556,10	0	3762,10	<b>3762,10</b>

$\Sigma \xi_1$  (zásobník vstup, výstup, 6xkulový kohout, filtr, ZK, 5xT-kus, 6xkoleno)= $1,0+0,5+6 \cdot 2,0+0,5+4,3+5 \cdot 1,3+6 \cdot 1,3=32,6$

### C.7.3 Kompenzace délkových změn potrubí

Rozdílné teploty při provozu a při montáži způsobují změnu délky potrubí. U dlouhých rovných úseků s délkou přesahující 10 m je potřeba navrhnout kompenzaci potrubí.

Návrh Z kompenzátoru na větvi 01, potrubí je měděné.

Velikost prodloužení:  $\Delta l$  [mm]

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

$\alpha$  součinitel délkové roztažnosti, závisí na materiálu [mm/m.K]

$l_0$  kompenzační délka [m]

$\Delta t$  rozdíl provozní a montážní teploty [K]

Délka Z kompenzátoru:  $L_p$  [mm]

$$L_p = 45 \cdot \sqrt{(\Delta l \cdot d)}$$

$d$  průměr potrubí [mm]

Vstupní údaje:

provozní teplota:	60°C
montážní teplota:	15°C
součinitel délkové roztažnosti:	$\alpha = 1,7 \cdot 10^{-5}$
kompenzační délka:	$l_0 = 29,4$ m
průměr potrubí:	$d = 22$ mm

Návrh 2 kompenzátorů:  $37,97/2 = 18,99$  m

$$\Delta l = \alpha \cdot l_0 \cdot \Delta t$$

$$\Delta l = 18,99 \cdot 0,017 \cdot (50 - 15) = 11,3 \text{ mm}$$

$$L_p = 45 \cdot \sqrt{(\Delta l \cdot d)}$$

$$L_p = 45 \cdot \sqrt{(11,3 \cdot 22)} = 710 \text{ mm}$$

#### **C.7.4 Návrh zařízení technické místnosti**

##### **C.7.4.1 Návrh kombinovaného rozdělovače a sběrače**

Kombinovaný rozdělovač byl navržen dle součtu celkového průtoku jednotlivých větví od firmy ETL.

### Vstupní údaje:

Větev 01  $M=0,7058 \text{ m}^3/\text{h}$

Větev 02  $M=0,6028 \text{ m}^3/\text{h}$

Větev 03  $M=1,125 \text{ m}^3/\text{h}$

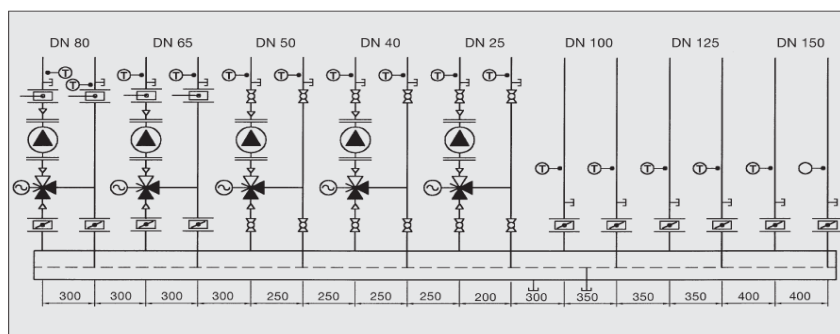
Větev TV  $M=0,1849 \text{ m}^3/\text{h}$

Celkem:  $M=2,6185 \text{ m}^3/\text{h}$

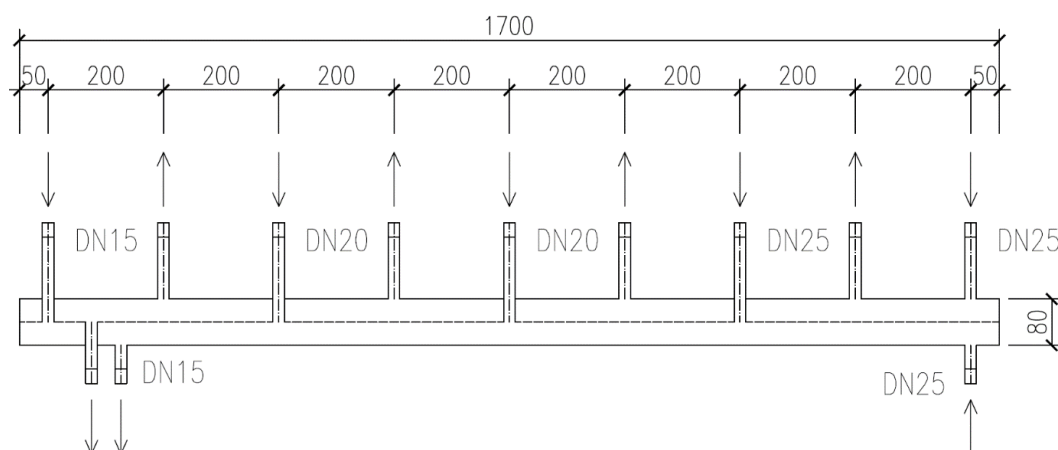
Návrh: ETL MODUL 80

**Tabulka 25: Parametry kombinovaného rozdělovače a sběrače [60]**

$Q_{\max} = [\text{m}^3/\text{hod}]$	6	10	15	23	42	65	95	130
do výkonu [kW] při $\Delta t=20$	120	250	350	550	1000	1500	2100	3000
MODUL	80	100	120	150	200	250	300	350
Průtok. průřez komor $S_p$ (m <sup>2</sup> )	0,0019	0,0028	0,0040	0,0070	0,0114	0,0176	0,0271	0,0380
Max. délka (m)	1,5	2,0	3,0					



**Obr. 38: Doporučené minimální rozteče jednotlivých hrdel v závislosti na jejich dimenzích [60]**



**Obr. 39: Návrh rozdělovače a sběrače**

### C.7.4.2 Návrh hydraulického vyrovnávače dynamických tlaků

Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků slouží k zajištění hydraulické stability otopné soustavy. Odděluje primární (kotlový) okruh od sekundárního. Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků byl navržen na celkový průtok jednotlivých větví od firmy ETL.

#### Vstupní údaje:

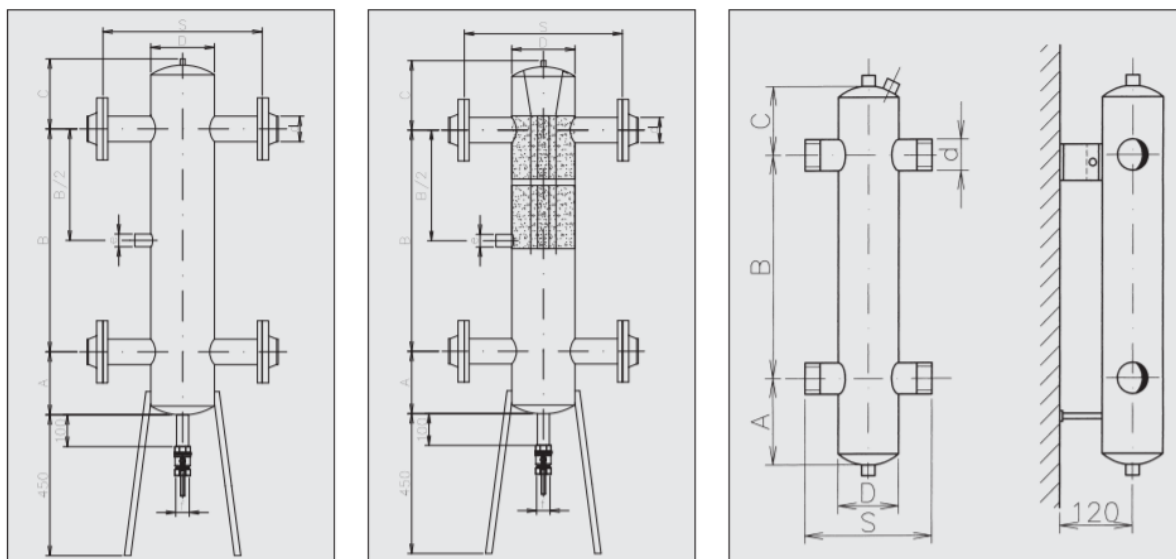
$M=2,6185 \text{ m}^3/\text{h}$

Návrh: HVDT ETL 63B

Tabulka 26: HVDT – základní rozměry [60]

TYP HVDT	MAX. PRŮTOK (m <sup>3</sup> /hod)	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	L (mm)	S (mm)	d (mm)	e (mm)	f
24B	1,8	100	300	65	89	485	169	5/4"	-	-
63B	2,5	110	380	80	108	600	208	6/4"	-	-
1B	4,0	110	400	100	108	600	208	2"	-	-
I	4,0	100	400	100	108	1050	400	57	1"	5/4"
II	8,0	150	500	100	159	1200	400	76	1"	5/4"
III	12,0	200	700	200	219	1550	500	89	1"	5/4"
IV	20,0	200	700	200	219	1550	500	108	5/4"	5/4"
V	30,0	250	900	200	273	1800	560	133	6/4"	6/4"
VI	50,0	300	1000	200	324	1950	620	159	6/4"	6/4"
Vla	80,0	400	1300	250	424	2400	750	219	2"	6/4"
VII	100,0	450	1500	250	508	2650	800	219	2 1/2"	6/4"

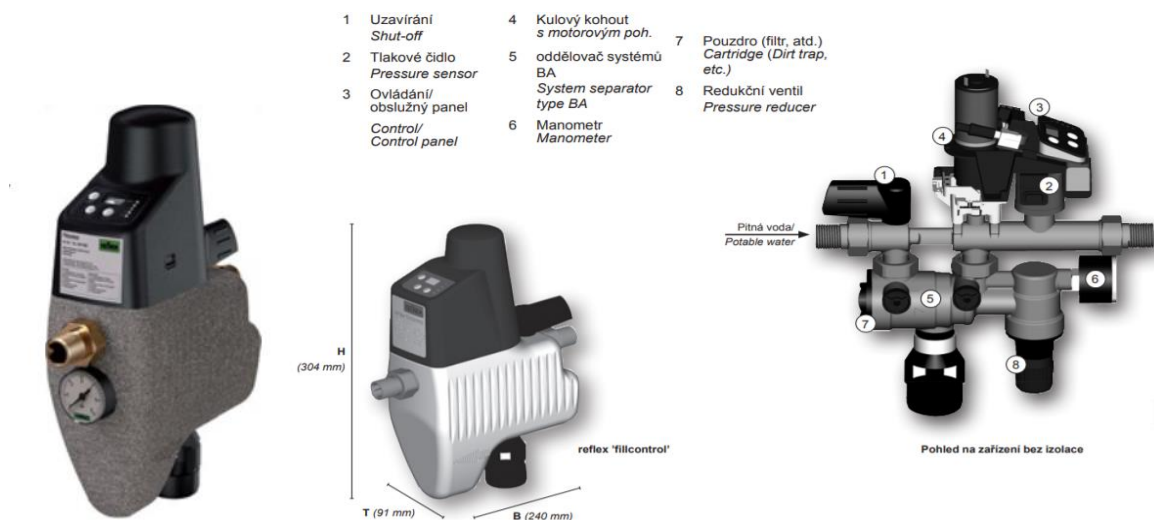
\* HVDT 24B, 63B a 1B nemají stojny, jsou určeny k uchycení na zeď (součástí dodávky je nástěnná konzola) a mají vnější závit; povrchová úprava: vrchní bílá barva radiátorová.



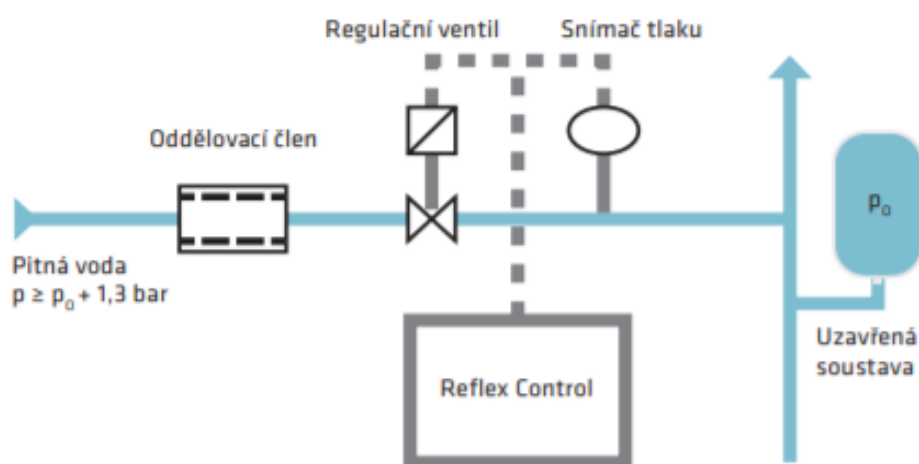
Obr. 40: Hydraulický vyrovnávač dynamických tlaků [60]

### C.7.4.3 Návrh automatického doplňování vody

Automatické doplňování vody bylo navrženo z důvodu zajištění doplňování vody do soustavy. Při poklesu tlaku v otopné soustavě, doplňovací zřízení doplní vodu ze soustavy pitné vody. Pro doplňování vody byla navržena plnicí armatura Fillcontrol plus compact od firmy Reflex, tato armatura odpovídá DIN EN 1717 a DIN 1988.



Obr. 41 Automatické doplňování vody [61]



Obr. 42 Schéma zapojení [61]

### C.7.4.4 Návrh trojcestných směšovacích ventilů

#### C.7.4.4.1 VĚTEV 01

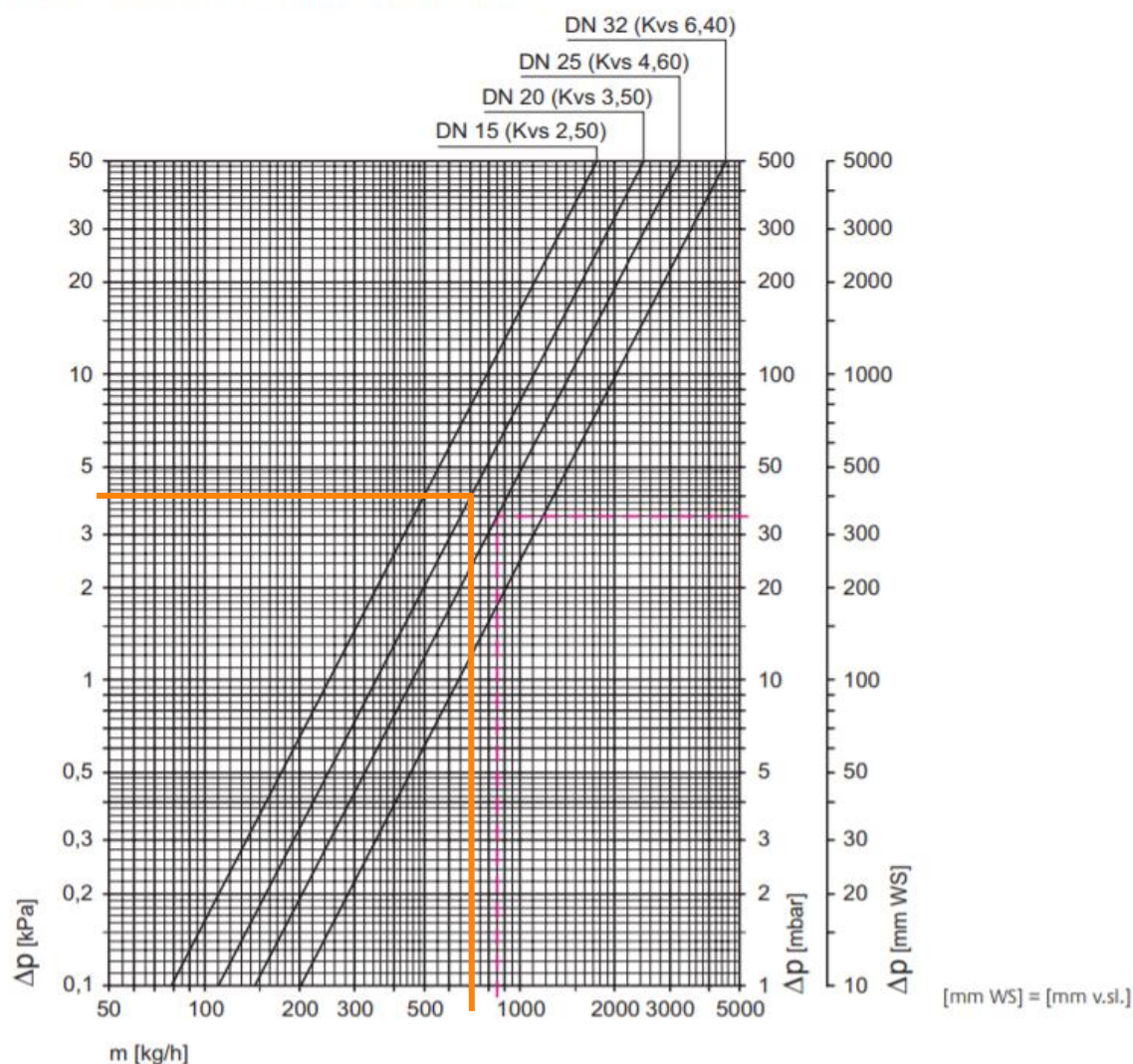
Tlaková ztráta okruhu: 12,58 kPa

Objemový průtok: 0,706 m<sup>3</sup>/h

$$k_{vs} = V \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_v}} = 0,706 \cdot \sqrt{\frac{100}{0,5 \cdot 12,58}} = 2,82$$

### Technická data

Diagram – Kvs hodnoty třícestných směšovacích ventilů



Obr. 43: Diagram – hodnoty třícestných směšovacích ventilů [62]

Tlaková ztráta dle diagramu  $\Delta p_v = 4$  kPa

Návrh trojcestného směšovacího ventilu Heimeier DN20,  $k_{vs} = 3,5$



#### C.7.4.4.2 VĚTEV 02

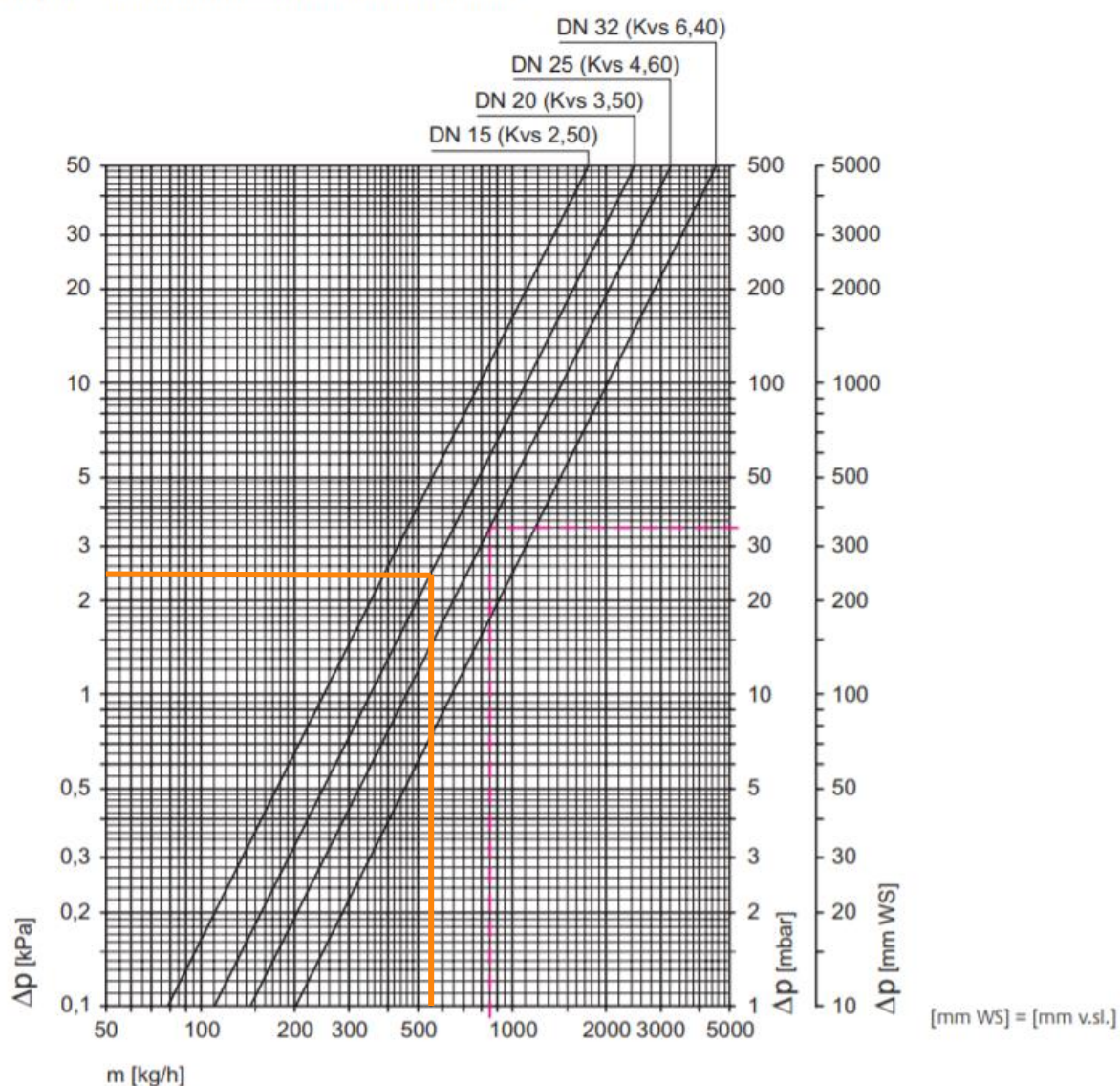
Tlaková ztráta okruhu: 9,39 kPa

Objemový průtok: 0,603 m<sup>3</sup>/h

$$k_{vs} = V \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_v}} = 0,603 \cdot \sqrt{\frac{100}{0,5 \cdot 9,39}} = 2,78$$

### Technická data

Diagram – Kvs hodnoty třícestných směšovacích ventilů



Obr. 44: Diagram – hodnoty třícestných směšovacích ventilů [62]

Tlaková ztráta dle diagramu  $\Delta p_v = 2,4$  kPa

Návrh trojcestného směšovacího ventilu Heimeier DN20,  $k_{vs} = 3,5$



### C.7.4.4.3 VĚTEV 03

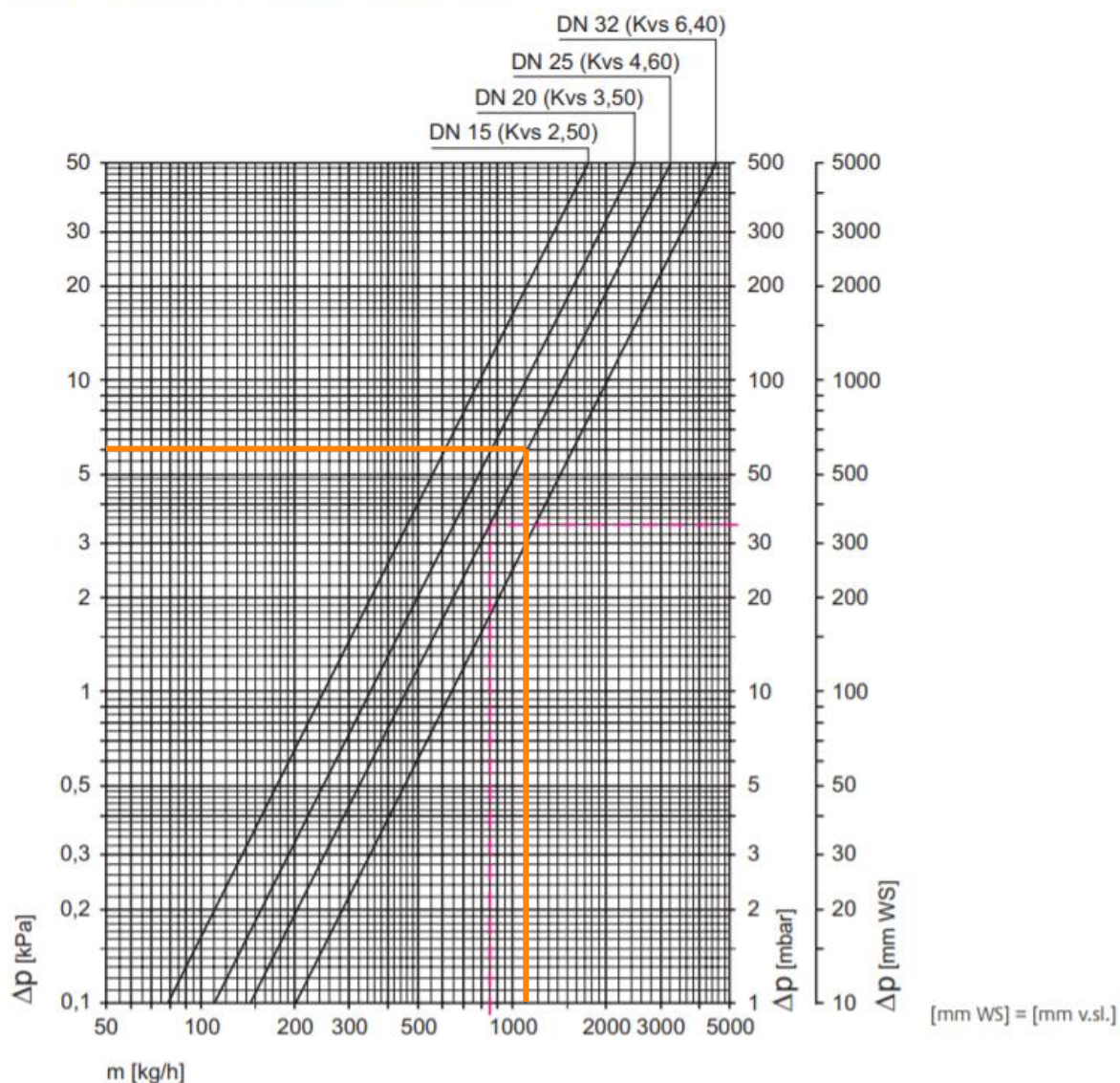
Tlaková ztráta okruhu: 13,06 kPa

Objemový průtok: 1,125 m<sup>3</sup>/h

$$k_{vs} = V \cdot \sqrt{\frac{\Delta p_o}{\Delta p_v}} = 1,125 \cdot \sqrt{\frac{100}{0,5 \cdot 13,06}} = 4,4$$

## Technická data

Diagram – Kvs hodnoty třícestných směšovacích ventilů



Obr. 45: Diagram – hodnoty třícestných směšovacích ventilů [62]

Tlaková ztráta dle diagramu  $\Delta p_v = 6$  kPa

Návrh trojcestného směšovacího ventilu Heimeier DN25,  $k_{vs} = 4,6$

### C.7.5 Návrh izolace potrubí

Návrh izolace potrubí byl proveden dle návrhového programu na [www.tzb-info.cz](http://www.tzb-info.cz). Vypočtené údaje byly posouzeny dle vyhlášky 193/2007 Sb.

**Tabulka 27: Návrh izolace potrubí**

potrubí	tloušťka izolace	součinitel prostupu tepla-vypočtený	součinitel prostupu tepla dle vyhlášky 193/2007 Sb.	posouzení
15x1	25 mm	0,148	0,150	vyhovuje
18x1	40 mm	0,132	0,150	vyhovuje
22x1	30 mm	0,167	0,180	vyhovuje
28x1,5	40 mm	0,165	0,180	vyhovuje

**Izolace - podrobné technické informace**

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 25

Tloušťka  $s_{iz}$  = 25 mm

Souč. tepelné vodivosti  $\lambda_{iz}$  = 0.037 W / m K

**Trubka**

Měď

Rozměry trubky - 15x1

Průměr  $d$  = 15 mm

Tloušťka stěny  $s_t$  = 1 mm

Souč. tepelné vodivosti  $\lambda_t$  = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 65 \text{ mm}$

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

**Potrubí**

Teplota média  $t_{in}$  = 80 °C

Teplota v okolí potrubí  $t_{out}$  = 20 °C

Relativní vlhkost vzduchu  $rh$  = 85 % ???

Teplota rosného bodu  $t_w$  = 13.6 °C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu  $\alpha_e$  = 10 W / m<sup>2</sup> K

Délka potrubí  $l$  = 1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15  $\Rightarrow U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí  $U_o = 0.148 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow \text{VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007}$

Povrchová teplota izolovaného potrubí  $t_{p,iz} = 22.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow \text{na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci}$

Tepelná ztráta potrubí bez izolace  $q_p = 18.8 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací  $q_{iz} = 5.9 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí 68 %

Střední spotřeba izolace 0.1257 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci

**Obr. 46: Návrh tepelné izolace pro měděné potrubí 15x1 [63]**

Izolace - podrobné technické informace

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

▼

Rozměry izolace - tl. 40

▼

Tloušťka

$s_{iz} =$

40

mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_{iz} =$

0.037

W / m K

Trubka

Měď

▼

Rozměry trubky - 18x1

▼

Průměr

$d =$

18

mm

Tloušťka stěny

$s_t =$

1

mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_t =$

372

W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 98 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média	$t_{in} =$	60 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out} =$	20 °C
Relativní vlhkost vzduchu	$\phi =$	65 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w =$	13.6 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e =$	10 W / m <sup>2</sup> K
Délka potrubí	$l =$	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 10 - DN 15

▼ =>  $U_{o,193/2007} = 0.15 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.132 \leq 0.15 \text{ W / m K} \Rightarrow$  VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 21.7 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$  na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 22.6 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 5.3 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí

77 %

Sřední spotřeba izolace

0.1822 m<sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Obr. 47: Návrh tepelné izolace pro měděné potrubí 18x1 [63]

76

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 30

Tloušťka

$s_{iz}$

=

30

mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_{iz}$

=

0.037

W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 22x1

Průměr

d

=

22

mm

Tloušťka stěny

$s_t$

=

1

mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_t$

=

372

W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 82 \text{ mm}$

Potrubí

Teplota média

$t_{in}$

=

60

°C

Teplota v okolí potrubí

$t_{out}$

=

20

°C

Relativní vlhkost vzduchu

$\phi$

=

65

%

???

Teplota rosného bodu

$t_w$

=

13.6

°C

Součinitel přestupu tepla

na vnějším povrchu

$\alpha_e$

=

10

W / m<sup>2</sup> K

Délka potrubí

l

=

1

m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)

DN 20 - DN 32

=>  $U_{o,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$

Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí

$U_o = 0.167 \leq 0.18 \text{ W / m K} \Rightarrow$  VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007

Povrchová teplota izolovaného potrubí

$t_{p,iz} = 22.6 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$  na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci

Tepelná ztráta potrubí bez izolace

$q_p = 27.6 \text{ W/m}$

Tepelná ztráta potrubí s izolací

$q_{iz} = 6.7 \text{ W/m}$

Energetická úspora izolovaného potrubí

76 %

Střední spotřeba izolace

$0.1634 \text{ m}^2$  - platí pro plošnou izolaci



Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Obr. 48: Návrh tepelné izolace pro měděné potrubí 22x1 [63]

Izolace - [podrobné technické informace](#)

ROCKWOOL > PIPO/PIPO ALS

Rozměry izolace - tl. 40

Tloušťka

$s_{iz}$  = 40 mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_{iz}$  = 0.037 W / m K

Trubka

Měď

Rozměry trubky - 28x1.5

Průměr

d = 28 mm

Tloušťka stěny

$s_t$  = 1.5 mm

Souč. tepelné vodivosti

$\lambda_t$  = 372 W / m K

$D = d + 2 s_{iz} = 108 \text{ mm}$

Řezaná potrubní pouzdra z minerální vlny pro izolaci potrubních rozvodů, kaširovaná hliníkovou fólií.

Rozsah provozních teplot: od 15 °C do 250 °C

Potrubí		
Teplota média	$t_{in}$ =	80 °C
Teplota v okolí potrubí	$t_{out}$ =	20 °C
Relativní vlhkost vzduchu	rh =	85 % ???
Teplota rosného bodu	$t_w$ =	13.6 °C
Součinitel přestupu tepla		
na vnějším povrchu	$\alpha_e$ =	10 W / m <sup>2</sup> K
Délka potrubí	l =	1 m

Určující souč. prostupu tepla (dle vyhl. 193/2007)	DN 20 - DN 32 => $U_{o,193/2007} = 0.18 \text{ W / m K}$
Součinitel prostupu tepla izolovaného potrubí	$U_o = 0.165 \leq 0.18 \text{ W / m K} \Rightarrow$ VYHOVUJE požadavkům vyhlášky č. 193/2007
Povrchová teplota izolovaného potrubí	$t_{p,iz} = 21.9 \text{ °C} > t_w \Rightarrow$ na povrchu potrubí nedochází ke kondenzaci
Tepelná ztráta potrubí bez izolace	$q_p = 35.2 \text{ W/m}$
Tepelná ztráta potrubí s izolací	$q_{iz} = 6.6 \text{ W/m}$
Energetická úspora izolovaného potrubí	81 %
Sřední spotřeba izolace	0.2136 m <sup>2</sup> - platí pro plošnou izolaci

Obr. 49: Návrh tepelné izolace pro měděné potrubí 28x1,5 [63]

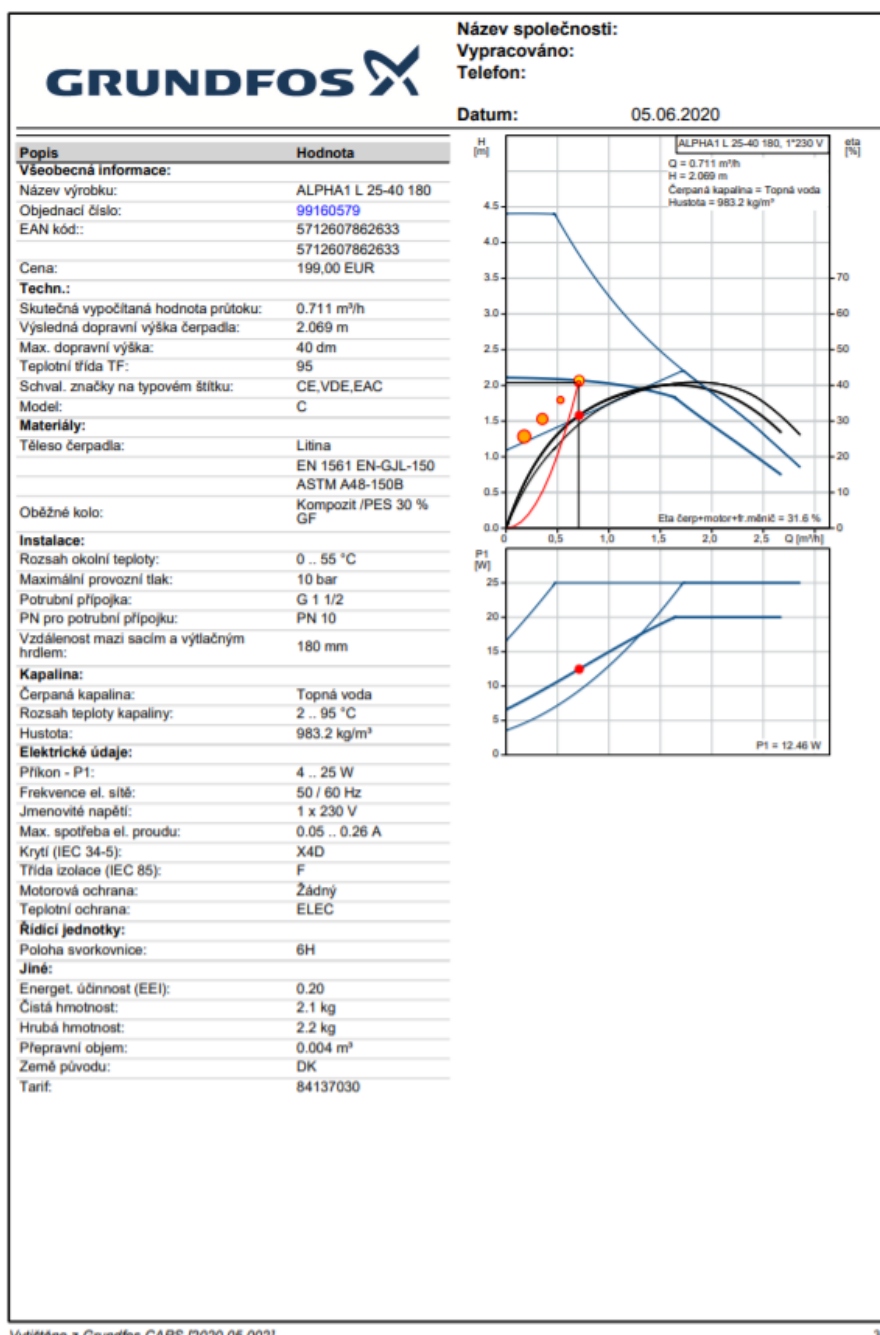
## C.8 Návrh oběhových čerpadel

Oběhová pro jednotlivé větve byly navržena online dle Grundfos product center. Oběhová čerpadla byla dimenzována na výsledné dispoziční tlaky jednotlivých větví. Regulace čerpadel je navržena na proporcionální tlak.

### C.8.1 Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 01

dispoziční přetlak:  $\Delta p_{DIS} = 20035,35 \text{ Pa} = (20,035/9,81) = 2,04 \text{ m}$

průtok:  $M = 705,8 \text{ kg/h} = 0,7058 \text{ m}^3/\text{h}$



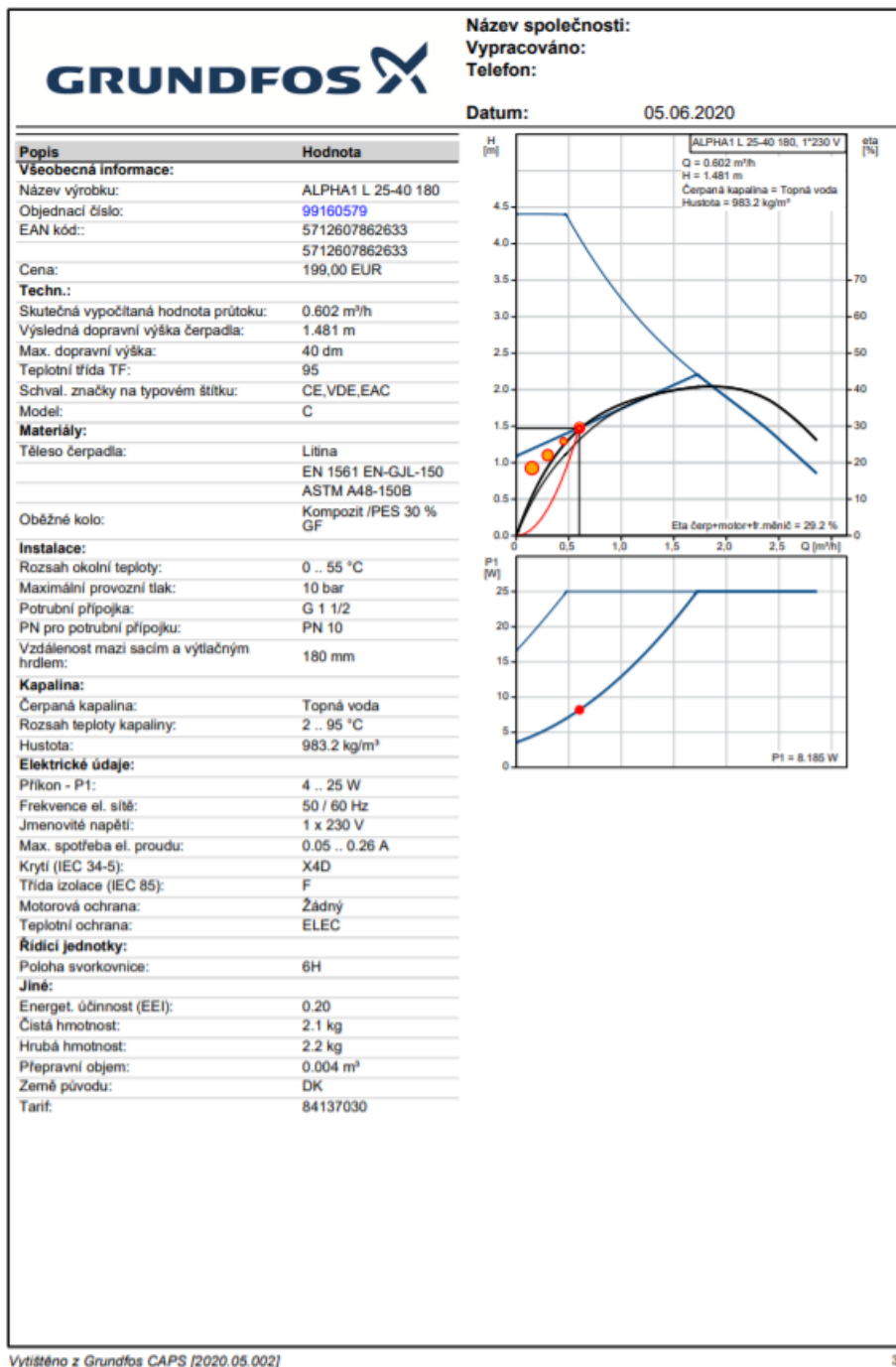
Obr. 50: Návrh čerpadla větve 01 [64]



## C.8.2 Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 02

dispoziční přetlak:  $\Delta p_{DIS} = 14447,45 \text{ Pa} = (14,45/9,81) = 1,47 \text{ m}$

průtok:  $M = 600,1 \text{ kg/h} = 0,6001 \text{ m}^3/\text{h}$

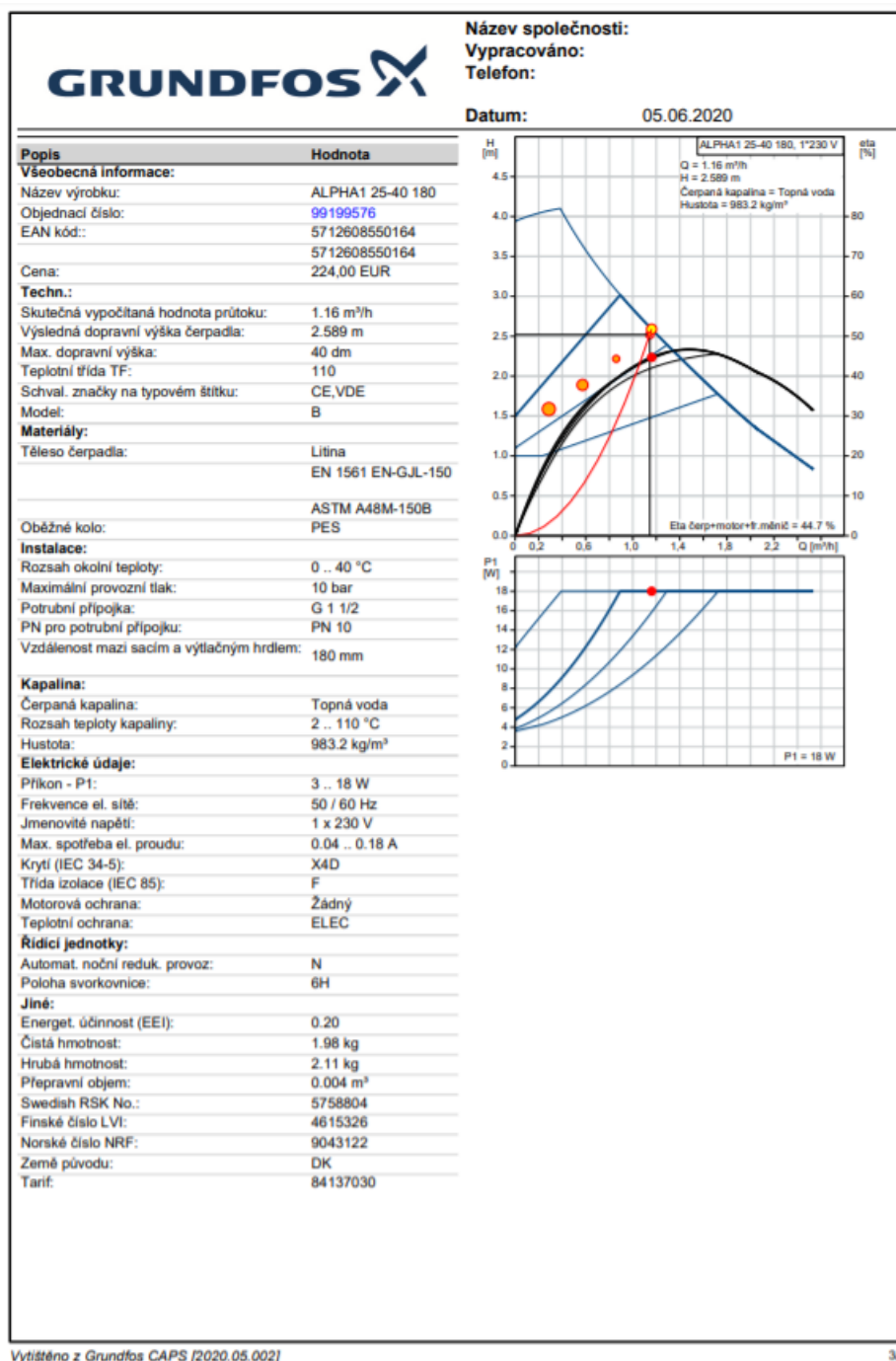


Obr. 51: Návrh čerpadla větve 02 [64]

### C.8.3 Návrh oběhového čerpadlo pro větev č. 03

dispoziční přetlak:  $\Delta p_{DIS}=24686,40 \text{ Pa} = (24,69/9,81) = 2,52 \text{ m}$

průtok:  $M=1145 \text{ kg/h} = 1,145 \text{ m}^3/\text{h}$



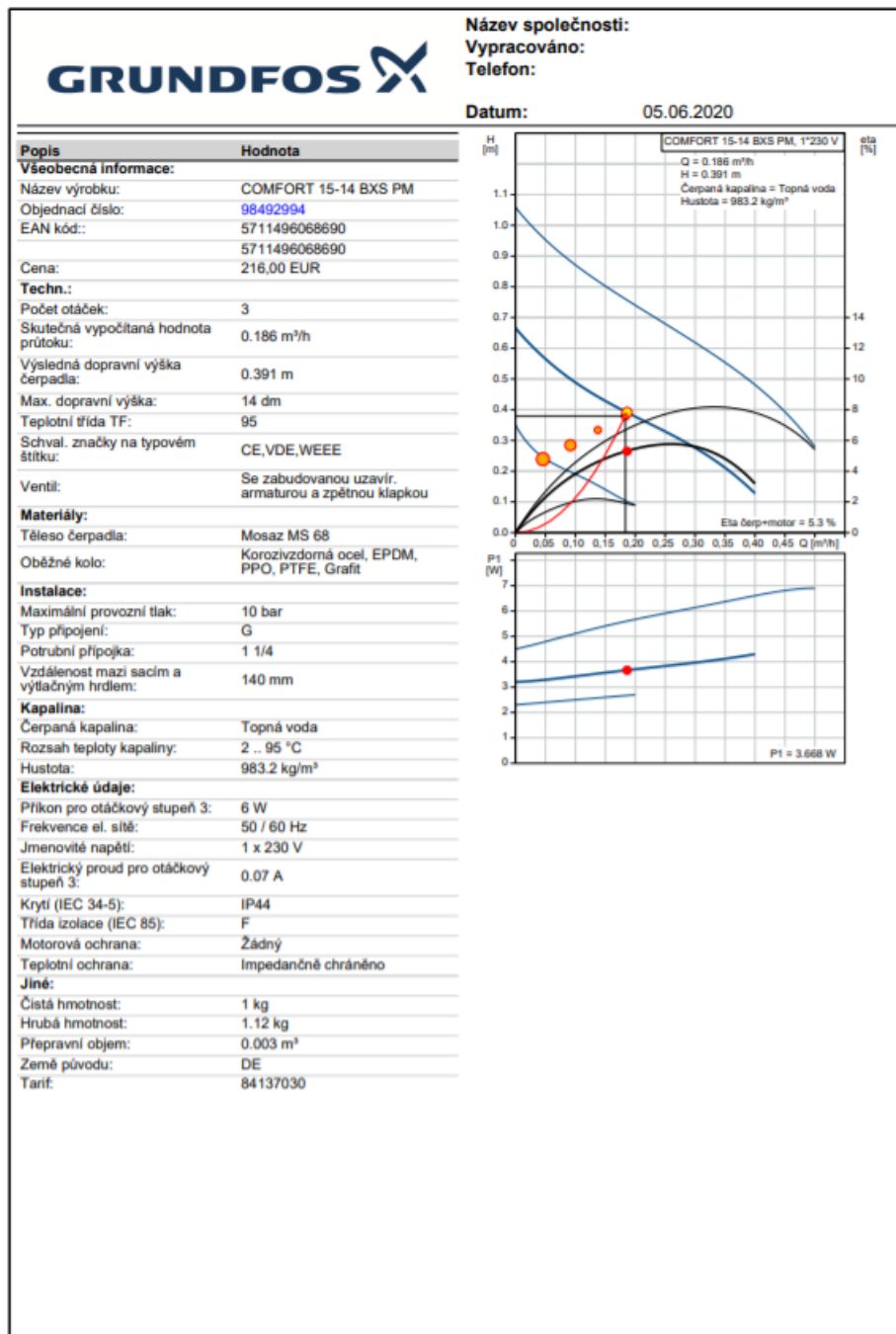
Obr. 52: Návrh čerpadla větve 03 [64]



## C.8.4 Návrh oběhového čerpadlo pro větev přípravy teplé vody

dispoziční přetlak:  $\Delta p_{DIS}=3762,10 \text{ Pa} = (3,76/9,81) = 0,38 \text{ m}$

průtok:  $M=184,9 \text{ kg/h} = 0,184 \text{ m}^3/\text{h}$



Obr. 53 Návrh čerpadla větve přípravy teplé vody [64]

## C.9 Návrh zabezpečovacího zřízení

Zabezpečovací zařízení soustavy se skládá z expanzní nádoby a pojistného ventilu. Expanzní nádoba je navržena z důvodu změny objemu vody v soustavě vlivem teplotní objemové roztažnosti. Pojistný ventil zabezpečuje soustavu proti nejvyššímu dovolenému přetlaku. Tlaková expanzní nádoba je od firmy reflex o objemu 25 l, expanzní potrubí je měděné průměru 18x1. Pojistný ventil je navržen od firmy Meibes typ DUCO 1/2"x3/4".

### C.9.1 Návrh expanzní nádoby

#### Vstupní údaje:

Výška otopné soustavy:	4,2 m
Objem vody v soustavě:	$V_O = V_{OT} + V_K + V_P = 193,4 + 13 + 3 \cdot 32 = 302,4 \text{ l}$
-objem otopných těles:	$V_{OT} = 193,4 \text{ l}$
-objem kotle:	$V_K = 13 \text{ l}$
-objem potrubí:	$V_P = 3 \text{ l/kW}$
Maximální teplota otopné vody:	80 °C
Výška manometrické roviny:	1 m

#### Expanzní objem:

$$V_e = 1,3 \cdot V_O \cdot n = 1,3 \cdot 0,3024 \cdot 0,0295 = 0,0116 \text{ m}^3 = 11,6 \text{ l}$$

#### Nejnižší dovolený přetlak:

$$1,1 \cdot h \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3} (+\Delta p_z) \leq p_{ddov}$$

$$1,1 \cdot 4,2 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3} + 20 \leq p_{ddov}$$

$$65,32 \text{ kPa} \leq p_{ddov} \rightarrow \text{volím } 100 \text{ kPa}$$

#### Nejvyšší dovolený přetlak:

$$p_{hdov} \leq p_k - (h_{MR} \cdot \rho \cdot g \cdot 10^{-3})$$

$$p_{hdov} \leq 400 - (1 \cdot 1000 \cdot 9,81 \cdot 10^{-3})$$

$$p_{hdov} \leq 390 - \text{otevírací přetlak } 350 \text{ kPa}$$

### Předběžný objem expanzní nádoby:

$$V_{ep} = V_e \cdot \frac{(p_{hp} + 100)}{(p_{hp} - p_d)} = 0,0116 \cdot \frac{(350 + 100)}{(350 - 100)} = 0,0209 \text{ m}^3$$

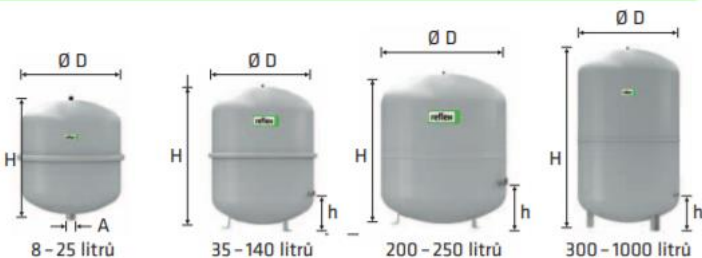

### Průměr expanzního potrubí:

$$d_p = 10 + 0,6 \cdot Q_p^{0,5} = 10 + 0,6 \cdot 32^{0,5} = 13,39 \rightarrow \text{volím } 18 \times 1$$

$$18 - 2 \cdot 1 = 16 < 18 \text{ vyhovuje}$$

NÁVRH: membránová expanzní nádoba **REFLEX NG 25/6** o objemu 25 litrů

Tabulka 28: Specifikace expanzní nádoby [65]

Reflex NG, N										
<ul style="list-style-type: none"><li>pro uzavřené soustavy topení a chlazení</li><li>závitové připojení</li><li>od 35 litrů stojaté provedení</li><li>membrána podle DIN EN 13831</li><li>přípustná teplota 70 °C</li><li>koncentrace glykolu max 30 %</li><li>schválení podle směrnice pro tlaková zařízení 97/23/EC</li></ul>										
										
										
6 bar	Typ *	Obj. číslo		Počet	Hmotnost	Ø D	H	h	A	Přetlak plynu
	6 bar / 120 °C	šedá	bílá	na paletě	(kg)	(mm)	(mm)	(mm)		(bar)
	NG 8/6	8230100	7230107	96	1,6	206	285	–	R ¾	1,5
	NG 12/6	8240100	7240107	72	2,4	280	275	–	R ¾	1,5
	NG 18/6	8250100	7250107	56	3,4	280	345	–	R ¾	1,5
	NG 25/6	8260100	7260107	42	4,2	280	465	–	R ¾	1,5
	NG 35/6	8270100	7270107	24	4,8	354	460	130	R ¾	1,5
	NG 50/6	8001011	7001100	24	5,7	409	493	175	R ¾	1,5
	NG 80/6	8001211	7001300	12	8,7	480	565	175	R 1	1,5
	NG 100/6	8001411	7001500	10	11,4	480	670	175	R 1	1,5
5 bar	NG 140/6	8001611	7001700	6	13,1	480	912	175	R 1	1,5
	N 200/6	8213300	–	4	22,0	634	758	205	R 1	1,5
	N 250/6	8214300	–	4	24,7	634	888	205	R 1	1,5
	N 300/6	8215300	–	–	27,0	634	1092	235	R 1	1,5
	N 400/6	8218000	–	–	47,0	740	1102	245	R 1	1,5
	N 500/6	8218300	–	–	52,0	740	1321	245	R 1	1,5
	N 600/6	8218400	–	–	66,0	740	1531	245	R 1	1,5
	N 800/6	8218500	–	–	96,0	740	1996	245	R 1	1,5
	N 1000/6	8218600	–	–	118,0	740	2406	245	R 1	1,5
↑ V <sub>n</sub> jmenovitý objem v litrech / tlak										
* pro soustavy s maximální teplotou výstupní větve 120 °C										

## C.9.2 Návrh pojistného ventilu

### Vstupní údaje:

Výkon kotle: 25 kW  
 Otevírací přetlak: 350 kPa  
 Konstanta syté vodní páry: 1,41

### Průřez sedla pojistného ventilu:

Pro 1/2"

$$A = \frac{Q_P}{\alpha_v \cdot K} = \frac{32}{0,444 \cdot 1,41} = 51,11 < 113 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

### Průměr pojistného potrubí

$$d_p = 15 + 1,4 \cdot Q_p^{0,5} = 15 + 1,4 \cdot 32^{0,5} = 22,92 \text{ mm} \rightarrow \text{volím DN25}$$

NÁVRH: pojistný ventil **DUCO DN15 1,2"x3,4"**- otevírací přetlak 350 kPa

**Tabulka 29: Specifikace pojistného ventilu DUCO [10]**

Označení Typ DUCO	Jmenovitá světlost DN [mm]	Nejmenší průtočný průřez [mm²]	Zaručený výtokový součinitel $\alpha_w$ [ - ]	Otevírací tlak $p_o$ [kPa] Při $p_o$ do 300 kPa tolerance $\pm 10$ % Při $p_o$ nad 300 kPa tolerance $\pm 30$ kPa
<b>Pro topení:</b>				
1/2" x 1/2"	15	113	0,444	200; 250; 300
3/4" x 3/4"	20	176	0,565	200; 250; 300
1/2" x 3/4"	15	113	0,444	150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
3/4" x 1"	20	176	0,565	100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1" x 1 1/4"	25	380	0,684	50; 100; 150; 180; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/4" x 1 1/2"	32	804	0,693	100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1 1/2" x 2"	40	1017	0,549	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
2" x 2 1/2"	50	1589	0,576	50; 100; 150; 200; 250; 300; 350; 400; 450; 500; 550
1/2" x 3/4" M	15	113	0,444	250

## C.10 Roční potřeba tepla a paliva

### C.10.1 Příprava teplé vody

Vstupní údaje:

Spotřeba teplé vody za den:  $V=0,437 \text{ m}^3/\text{den}$

Vstupní teplota vody:  $t_2=55 \text{ °C}$

Způsob přípravy: ohřev v zásobníkovém ohříváči vody

Požadovaná (využitelná) energie:

$$E_{TV} = V \cdot c \cdot (t_1 - t_2) = 0,437 \cdot 1,163 \cdot (55 - 10) = 22,87 \text{ kWh/den}$$

Korekce na proměnlivou vstupní teplotu vody:

$$k_t = \frac{t_{tv} - t_{sv,L}}{t_{tv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = 0,89$$

Roční potřeba tepla:

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t \cdot E_{TV,d} \cdot (350 - d)$$

$$E_{TV} = 22,87 \cdot 232 + 0,89 \cdot 22,87 \cdot (350 - 232) = 7707,65 \text{ MWh/rok}$$

Spotřeba energie:

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{7,7}{0,9 \cdot 0,5} = 17,1 \text{ MWh}$$

### C.10.2 Vytápění – krytí tepelné ztráty prostupem a přirozeným větráním

Vstupní údaje:

Výpočtová tepelná ztráta prostupem a přirozeným větráním:  $Q_z=29,1 \text{ kW}$

Výpočtové teploty:  $t_i=20 \text{ °C}$ ,  $t_e=-12 \text{ °C}$

Měrná tepelná ztráta prostupem a infiltrací

$$H_{T+1} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{29100}{32} = 909,38 \text{ W/K}$$

Požadovaná (využitelná) energie = potřeba

$$E = 24 \cdot \varepsilon \cdot e \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 3619 \cdot 909,38 = 50,55 \text{ MWh/rok}$$

Počet denostupňů:

$$D = d \cdot (t_{is} - t_{es}) = 232 \cdot (20 - 4,4) = 3619$$

Spotřebovaná energie = spotřeba

$$E_{UT} = \frac{E_{UT}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}} = \frac{50,55}{0,9 \cdot 0,95} = 59,12 \text{ MWh/rok}$$

Roční spotřeba paliva

$$E = 3600 \cdot \frac{E}{H} = 3600 \cdot \frac{(E_{TUV} + E_{UT} + E_{VZT})}{H} = 3600 \cdot \frac{(17,1 + 59,12) \cdot 10^6}{35 \cdot 10^6} = 7839,77 \text{ m}^3/\text{r}$$

## **D. Závěr**

Cílem této Bakalářské práce byla rekonstrukce vytápění a návrh přípravy teplé vody ve stávající výpravní budově v obci Moravské Bránice.

V teoretické části této práce jsem se zabývala obecným rozdělení zdrojů tepla. Byly zde také vysvětleny důležité pojmy a principy. Dále byla probrána problematika výměny stávajících nevyhovujících kotlů na pevná paliva a bylo zde nastíněno za jaké zdroje tepla je možné stávající kotle vyměnit.

Ve výpočtové části byl vypracován kompletní návrh vytápění objektu a návrh přípravy teplé vody. Otopná soustava je dvoutrubková s nuceným oběhem teplé vody v teplotním spádu 60/50°C. Teplotní spád kotlového okruhu a okruhu přípravy teplé vody je ve spádu 70/50°C. V objektu jsou navržena desková tělesa s pravým spodním připojením v provedení Ventil kompakt od firmy Korado. V místnostech s technologickým vybavením jsou navrženy elektrické topné panely od firmy Mirava. Zdrojem tepla je závěsný plynový kondenzační kotel Viessmann Vitodens 200-W, který je umístěný spolu s ostatním zařízením v technické místnosti v 1.NP. Ohřev teplé vody pro bytové jednotky je řešen decentrálně pomocí elektrických zásobníkových ohříváčů firmy Dražice. Příprava teplé vody v drážním sektoru centrálně pomocí nepřímotopného zásobníku.

## E. Použité zdroje

### Právní předpisy

- [1] ČSN 06 0310 – Tepelné soustavy v budovách – Projektování a montáž. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [2] ČSN 38 6441– Odběrná plynová zařízení na svítiplyn a zemní plyn v budovách. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1999.
- [3] ČSN EN 677 – Kotle na plynná paliva pro ústřední vytápění – Zvláštní požadavky na kondenzační kotle s jmenovitým tepelným příkonem nejvýše 70 kW. Praha: Český normalizační institut, 1999
- [4] Zákon č. 201/2012 Sb. – Zákon o ochraně ovzduší, 2012.
- [5] ČSN 06 0210 – Výpočet tepelných ztrát při ústředním vytápění. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1994.
- [6] ČSN 06 0830 – Tepelné soustavy v budovách – Zabezpečovací zařízení. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.
- [7] ČSN 13 0010 – Potrubí a armatury. Jmenovité tlaky a pracovní přetlaky, Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 1990.
- [8] ČSN 13 480 – Kovová průmyslová potrubí. Praha: Český normalizační institut, 2003.
- [9] ČSN 73 0802 – Požární bezpečnost staveb. Nevýrobní objekty. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. ČSN 73 4201 – Navrhování komínů a kouřovodů. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.

### Elektronické zdroje a literatura

- [10] VENDLOVÁ, Lucie a Marcela POČINKOVÁ. *BT01 - TZB II - Vytápění: sbírka příkladů*. Brno: Vysoké učení technické, Fakulta stavební, 2014. Studijní opory pro studijní programy s prezenční formou studia. ISBN 978-80-214-4982-4.
- [11] CIHLÁŘ, Jiří, Marcela POČINKOVÁ a Günter GEBAUER. *Technická zařízení budov: Ústřední vytápění I : cvičení, ateliérová tvorba*. Brno: CERM, 1998. ISBN 80-214-1142-2.
- [12] ING. POČINKOVÁ, Marcela. *Zdroje tepla: Kotelny* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: [https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni\\_soubory/BT01\\_P5.pdf](https://www.fce.vutbr.cz/TZB/pocinkova.m/vytapeni_soubory/BT01_P5.pdf)
- [13] ING. POČINKOVÁ, Marcela. *Obnovitelné zdroje energie: Přednáška č.2* [online]. [cit. 2020-06-04].



- [14] ING. POČINKOVÁ, Marcela. *Obnovitelné zdroje energie: Přednáška č.3* [online]. [cit. 2020-06-04].
- [15] ING. POČINKOVÁ, Marcela. *Obnovitelné zdroje energie: Přednáška č.9,10 - Tepelná čerpadla* [online]. [cit. 2020-06-04].
- [16] Plynové spotřebiče (I). *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/2019-plynove-spotrebice-i>
- [17] Kondenzační kotel pro každého (I). *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/868-kondenzacni-kotel-pro-kazdeho-i>
- [18] Nízkoteplotní koroze kotle. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/teorie-a-schemata/719-nizkoteplotni-koroze-kotle>
- [19] Stručná teorie kondenzace u kondenzačních plynových kotlů. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-plynem/1912-strucna-teorie-kondenzace-u-kondenzacnich-plynovych-kotlu>
- [20] Jak funguje kondenzační kotel. *Viessmann* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/rady-a-tipy/jak-funguje-kondenzacni-kotel.html>
- [21] Komfort kotlů na tuhá/pevná paliva – část I.: Jak dlouho vydrží teplo z jednoho přiložení či nabitě akumulací nádoby? *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/17137-komfort-kotlu-na-tuha-pevna-paliva-cast-i>
- [22] Zapojení chladicí smyčky proti přetopení. *Atmos* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/instalace-kotlu/zapojeni-chladici-smycky-proti-pretopeni/>
- [23] Nová zabezpečovací zařízení pro kotle na pevná paliva. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/1517-nova-zabezpecovaci-zarizeni-pro-kotle-na-pevna-paliva>
- [24] Instalace kotlů: Základní podmínky pro dobrou funkci a vysokou životnost kotlů ATMOS. *Atmos* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.atmos.eu/instalace-kotlu/>
- [25] Ochrana a regulace kotlů. *Energieprolidi* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.energieprolidi.cz/blog/poradna/ochrana-a-regulace-kotlu/>
- [26] Elektrokotel: Vyplatí se? A jak vybrat ten nejlepší? *Dřevostavitel* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.drevostavitel.cz/clanek/elektrokotel>
- [27] Výměny kotlů. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu>
- [28] Garanční pevné palivo pro teplovodní kotle. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vytapime-tuhymi-palivy/19482-garancni-pevne-palivo-pro-teplovodni-kotle>

- [29] Pohledem znalce: Jak poznám, že svůj kotel na pevná paliva nesmím provozovat od září 2022? *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/18595-pohledem-znalce-jak-poznam-ze-svuj-kotel-na-pevna-paliva-nesmim-provozovat-od-zari-2022>
- [30] Zdroje tepla - za co vyměnit starý kotel. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/360-zdroje-tepla-za-co-vymenit-stary-kotel>
- [31] Měníte plynový kotel? Co vás čeká a na co si musíte dát pozor? *Nezeleno* [online]. [cit. 2020-06-04]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/vytapani/na-co-si-dat-pozor-pri-vymene-stareho-kotle-za-kondenzacni.aspx>
- [32] Výměna kotle za kondenzační. Na co si dát pozor? *Thermona* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/aktuality/vymena-kotle-za-kondenzacni>
- [33] Uvažujete o vytápění elektřinou? Kdy se vyplatí? *Thermona* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/aktuality/kdy-se-vyplati-elektrokotel-pro-domacnost>
- [34] Vzduch/voda - venkovní vzduch. *Čerpadla-ivt* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-vzduch-voda>
- [35] Voda/voda (studny). *Čerpadla-ivt* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.cerpadla-ivt.cz/cz/tepelna-cerpadla-voda-voda-studny>
- [36] Kdy se vyplatí tepelné čerpadlo? *Nazeleno* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.nazeleno.cz/kdy-se-vyplati-tepelne-cerpadlo.aspx>
- [37] Kotle - 2.část. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/8438-kotle-2-cast>
- [38] Elektrické kotle. *Thermona* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.thermona.cz/elektrokotle>
- [39] Co je to elektrokotel, jak funguje, výhody a nevýhody. *Akoupelnyatopeni* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.akoupelnyatopeni.cz/clanky/co-je-to-elektrokotel-jak-funguje-vyhody-a-nevyhody>
- [40] Jak vybírat nový kotel na pevná paliva (1). *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/kotle-kamna-krby/9798-jak-vybirat-novy-kotel-na-pevna-paliva-1>
- [41] 5 výhod kondenzačních plynových kotlů. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/123799-5-vyhod-kondenzacnich-plynovych-kotlu>
- [42] Výměny kotlů – nové téma na TZB-info. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/18779-vymeny-kotlu-nove-tema-na-tzb-info>

- [43] Legislativa. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/358-legislativa>
- [44] Jak na výměnu. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/359-jak-na-vymenu>
- [45] Povinné kontroly teplovodních kotlů na pevná paliva podle platné legislativy. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/vymeny-kotlu/361-povinne-kontroly-teplovodnich-kotlu-na-pevna-paliva-podle-platne-legislativy>
- [46] Nová zelená úsporám. *Slavona* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.slavona.cz/nova-zelena-usporam/>
- [47] Radik VK: Deskové otopné těleso s pravým spodním připojením. *Korado* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/radik/radik-vk.html>
- [48] KORALUX LINEAR CLASSIC: Nejoblíbenější trubková otopná tělesa s příznivým poměrem cena - výkon se spodním krajním připojením. *Korado* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-classic.html>
- [49] KORALUX LINEAR MAX: Luxusní trubková otopná tělesa pro maximální tepelný výkon se spodním krajním připojením. *Korado* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-max.html>
- [50] KORALUX LINEAR COMFORT: Komfortní trubková otopná tělesa s vyváženou kombinací funkce a designu se spodním krajním připojením. *Korado* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.korado.cz/produkty/koralux/koralux-linear-comfort.html>
- [51] HTBR: Elektrický topný panel s akumulací a s elektronickým termostatem. *Mirava* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.mirava.cz/katalog/topeni/htbr/>
- [52] TERMOSTATICKÝ VENTIL DVOUREGULAČNÍ - PŘÍMÝ: IVAR.VD 2101 N. *Ivarcs* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapani-ivartrio/termostaticky-ventil-dvouregulacni-primy-p139481/>
- [53] REGULAČNÍ ŠROUBENÍ - PŘÍMÉ: IVAR.DD 301. *Ivarcs* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapani-ivartrio/regulacni-sroubeni-prime-p139487/>
- [54] VEKOLUXIVAR PRO DVOUTRUBKOVÝ SYSTÉM - PŘÍMÝ: IVAR.DD 343, IVAR.DD 345. *Ivarcs* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.ivarcs.cz/katalog/vytapani-ivartrio/vekoluxivar-pro-dvoutrubkovy-system-primy-p139954/>

- [55] Termostatická hlavice K. *Imi-hydronic* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/termostatic%C3%A1-regulace/termostatic%C3%A9-hlavice-a-ventily/termostatic%C3%A9-hlavice/pages/product.aspx?ptitle=Termostatic%C3%A1-hlavice-K&pid=d99503c3-4bdd-4a31-b45c-b6edba5d9db3>
- [56] Ohříváč vody OKCE. *Dzd* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/elektricke/zavesne/okce>
- [57] Ohříváč vody OKHE ONE. *Dzd* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/elektricke/zavesne/okhe-one>
- [58] Nepřímotopný zásobník OKC NTR/BP. *Dzd* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.dzd.cz/ohrivace-a-zasobniky-teple-vody/neprimotopne-zasobniky/stacionarni/okc-ntr-bp>
- [59] Vitodens 200-W: Komfort vytápění s nejefektivnějším způsobem provozu. *Viessmann* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.viessmann.cz/cs/obytno-budovy/plynove-kotle/plynove-kondenzacni-kotle/vitodens-200w.html>
- [60] Katalog výrobků: Aktuální katalogové listy s detailním popisem produktů tepelné techniky. *Etl* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.etl.cz/katalog-vyrobků>
- [61] Fillcontrol Plus Compact: vytápění bez starosti. *Reflex* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/fillcontrol-vytapeni-bez-starosti>
- [62] Třícestné směšovací ventily. *Imi-hydronic* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://www.imi-hydronic.com/sites/EN/cs-cz/Produkty/termostatic%C3%A1-regulace/termostatic%C3%A9-hlavice-a-ventily/3-cestn%C3%A9-termostatic%C3%A9-ventily/T%C5%99%C3%ADcestn%C3%A9-sm%C4%9B%C5%A1ovac%C3%AD-ventily/7ec0ffcf-7098-4a80-a112-e2678ce23ef6>
- [63] Tepelná ztráta potrubí s izolací kruhového průřezu. *Tzbinfo* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://vytapeni.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/44-tepelna-ztrata-potrubu-s-izolaci-kruhoveho-prurezu>
- [64] GRUNDFOS PRODUCT CENTER. *Product-selection.grundfos* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <https://product-selection.grundfos.com/front-page.html?custid=GCZ&qcid=923952800>
- [65] Expanzní nádoby 'Reflex NG a N'. *Reflex* [online]. [cit. 2020-06-03]. Dostupné z: <http://www.reflexcz.cz/cz/expanzni-nadoby-reflex-ng-a-n>

## **F. Seznam příloh**

- Příloha č.1 Výpočet tepelných ztrát jednotlivých místností
- Příloha č.2 Technické listy zdroje tepla
- Příloha č.3 Technická zpráva
- Příloha č.4 Výkresová dokumentace
  - 4.1 Půdorys 1.NP (M1:50)
  - 4.2 Půdorys 2.NP (M1:50)
  - 4.3 Půdorys 1.NP (osazení elektrických topných panelů)
  - 4.4 Schéma zapojení otopných těles
  - 4.5 Půdorys technické místnosti (M1:20)
  - 4.6 Schéma zapojení technické místnosti